■ 公開
□ 密件、不公開

執行機關(計畫)識別碼：070206e100

行政院農業委員會林務局110年度科技計畫研究報告

計畫名稱： 野生動物長期監測系統之優化與資料整合計畫(1/4) (第1年/全程4年)

(英文名稱) Optimization of long-term wildlife monitoring system and data integration (1/4)

計畫編號： 110農科-7.2.6-務-e1

全程計畫期間： 自 110年1月1日 至 113年12月31日
本年計畫期間： 自 110年1月1日 至 110年12月31日

計畫主持人： 翁國精
研究人員： 劉建男、端木茂甯、黃慎雯、劉士豪、古馥宇、吳立越
執行機關： 國立屏東科技大學

1101158

一、執行成果中文摘要：

野生動物資源的經營管理需要長期的野生動物監測，以掌握野生動物資源的變化。本計畫目標在建立涵蓋台灣、蘭嶼、綠島的自動相機長期監測網，並開發自動相機資訊管理系統，提供保育行政與狩獵管理的參考。2015年起至今已有183個長期監測樣點，另自2019年開始在10個保護留區陸續設立60個保護留區樣點、以及自2020年開始針對大型哺乳類設立54個相機樣點，三類型的相機樣點合計有297個。自2015年起迄今，183個長期監測樣點的成果顯示鼬獾與石虎的相對豐度顯著逐年下降，野豬、白鼻心、麝香貓、穿山甲與貓則維持平穩，其餘9種物種（含自由活動犬隻）皆顯著逐年上升。主要的狩獵目標物種山羌、野山羊、水鹿及野豬在有狩獵活動之樣點的相對豐度皆顯著高於無狩獵活動之樣點，顯示狩獵活動對動物之豐度及存續尚無負面影響。野生動物與犬隻、家貓的共域情形普遍，其中石虎歷年曾出現的樣點更是全部皆曾拍攝到自由活動犬隻；穿山甲則是唯一每月相對豐度與自由活動犬、貓都呈顯著負相關之物種。

自動相機資訊管理系統的開發方面，本年度TaiBIF　團隊已完成單機版上傳介面功能開發及測試，包含影像檔瀏覽與管理、影像資料的標註與上傳功能，亦已完成至全台8個林管處辦理上傳介面的教育訓練，並針對部分意見回饋調整和優化系統功能；而為配合上傳介面的開發及因應篩選分析需求，亦已調整系統的資料庫架構，將原本系統中的 MongoDB轉換成關聯式資料庫系統 PostgreSQL，全部採用Python程式語言撰寫。本年度亦完成2020年9月以前的舊資料清理及匯入至新系統，雲端系統亦持續維持功能正常運作之狀態。

明年度預計規劃的優化項目，將以單機版上傳介面的UI介面設計與UX使用者體驗進行優化和新增部分功能為主，使操作流程更接近使用者使用excel整理資料及電腦整理照片的操作邏輯和習慣；也將持續解決使用上傳介面過程中發現的功能錯誤 (bug)。另為提升資料搜尋的效能，將持續評估確認是否有搭配 Apache Solr 索引系統加快搜尋速度的最佳效能解決方案。

二、執行成果英文摘要：

Long-term monitoring is necessary for the management of wildlife resources. This project aimed to establish a long-term monitoring camera network for carnivores and ungulates in Taiwan, Lanyu and Green island and establish an information system of the camera trap data to provide supporting information for conservation administration and hunting regulations. The Forest District Offices of the Forest Bureau has established gradually 183 monitoring sites in Taiwan since 2015. This project also established 60 camera traps in protected areas in 2019 and 54 camera traps targeting at large mammals and ungulates in 2020. Currently the monitoring network has 297 camera trap locations. The 183 cameras of the long-term monitoring network showed that the relative abundance of ferret badger and leopard cat were descending over time. The abundances of wild boar, palm civet, small Chinese civet, pangolin and cat were stable. The remaining nine species of mammal, including free-ranging dogs, were increasing over time. Major game species, namely muntjac, serow, wild boar and sambar had higher abundance in areas where hunting activities were observed than those where hunting were not observed, implying that hunting did not impact the survival of these animals. The sympatry between wildlife and dogs or cats is common. All the locations where leopard cat existed also had free-ranging dogs. Pangolin was the only species whose monthly abundance was negatively and significantly correlated with cats and dogs.

This year, the TaiBIF team has completed the development and testing of the camera trap data uploading interface, including image file browsing and management, image data labeling, and uploading functions. We have also completed the training of the data uploading interface at eight forest district offices of the Forestry Bureau, and optimized system functions based on some feedback. The original MongoDB system was converted to PostgreSQL, a relational database system, and written in Python. The cleaning and import of the old data before 2020 into the new system was completed this year. The online system has been maintained by the TaiBIF team as well.
Next year, we plan to optimize the UI design and UX user experience of the data uploading interface and add some new functions, so that the operation process will be closer to the logic and habits of users using excel to organize data and computer to organize photos. We will also continue to solve the bugs found in the process of using the data uploading interface. To improve the performance of data search, we will continue to evaluate whether there is the best performance solution to speed up the searching with Apache Solr indexing system.

三、計畫目的：

全程計畫目標

1. 於台灣及離島設立紅外線自動相機長期監測網，針對食肉目及偶蹄目動物進行監測，提供動物相對數量變化的動態與長期趨勢，做為保育行政與狩獵管理的參考。
2. 提供社會大眾、學者專家及管理單位公開的野生動物資源變化資訊，以利民間、學界、政府三方在野生動物保育及狩獵管理方面的溝通與政策依據。

本(110)年度目標

1. 持續檢討並調整各林管處之自動相機數量、位置、拍攝狀況等，以維持資料品質與穩定性。
2. 開發自動相機資訊管理系統單機版介面。
3. 優化自動相機資訊管理系統。
4. 針對各林管理處相關人員辦理系統操作培訓。

四、重要工作項目及實施方法：

1. 自動相機監測

<u>動物相對豐度分析</u>

本計畫沿用「鼬獾族群變動長期監測及共域食肉目動物調查」計畫（翁嘉駿等，2017）所架設的紅外線自動相機及其後陸續增設之相機共183台(海拔1000公尺以下地區118台、海拔1000-2000公尺地區60台、海拔2000公尺以上5台)進行食肉目及偶蹄目、靈長目、鱗甲目動物

的監測，各林管處自　行架設之保護留區相機60台與針對黑熊及水鹿之54台相機則另外各別分析。

本計劃採用的動物相對豐度指標為OI_3(1hr)。本指標是古馥宇(2018)　修正自OI（occurrence index, 裴家騏及姜博仁，2002）的新指標，新指標的計算方式為：(一物種在某相機樣點的有效照片數/該樣點的總工作時數) x 1000小時；而有效照片之定義為：(a)自第一張動物照片起1小時內所有同　物種的照片皆不計算，超過1小時之後的第一張同物種照片計算為第二張 有效照片，並由此張照片起1小時內的所有同物種照片皆不計算，依此類 推；(b)不分辨個體，亦不計算同一張照片內之個體數。　採用OI_3(1hr)的原因有三：(1)此指標與絕對族群量估計值相關係數達 0.764，高於原始定義之OI值(OI_1)之0.748；(2) OI_3(1hr)之變異係數 (coefficient of variation)為0.399，低於原定義OI之0.409 (古馥宇，2018)，表示在相同動物豐度的情況下，OI_3(1hr)的變異量較原始OI更低，表現較穩 定；(3) 由於OI_3(1hr)不需要辨識個體，避免了原始OI在辨識個體上需依 賴完整清晰的照片的情況，也避免了人為誤差在辨識個體上造成的變異。　本監測成果與歷年「鼬獾族群變動長期監測及共域食肉目動物調查」成果整合，呈現歷年各種中大型哺乳動物相對豐度的變化。

<u>監測點位石虎出現頻度指數(OI值)下降原因探討</u>

影響石虎OI值的生物性因子有犬、貓等外來種天敵或競爭者，以及食物資源的多寡等。本計畫從2015年9月至2021年8月的相機照片資料中，擷 取有記錄到石虎的28個相機樣點資料(表2)進行分析，犬、貓及食物資源對 石虎的影響分別以時間尺度及空間尺度進行探討。 1. 犬的影響： (1) 以時間尺度，探討兩個物種活動時間的重疊度。將一日分為24小時， 分別計算犬及石虎每1個小時的相對活動量，然後以核密度估計法(kernel density estimation) (Ridout and Linkie, 2009)估算兩個物種日活動模式的機　率密度函數(probability density function)，再計算兩個物種的活動重疊係數 (coefficient of activity overlap, △1, Ridout and Linkie, 2009; Monterroso et al., 2014)。兩個物種的活動重疊係數△1介於0到1之間，△1=0代表兩個物　種活動完全沒有重疊，△1=1代表兩個物種活動完全重疊。本計畫依照 Monterroso et al., (2014)以食肉目動物為研究對象的定義方式，將兩個物種活動重疊係數△1 0.5視為低度重疊，0.50.75視為高度重疊。相關分析以R軟體(R Development Core Team, 2008) 執行。 (2) 以時間尺度，探討犬的出現會不會影響石虎在該樣點出現時間。假設犬在相機樣點出現後，石虎會延後在該樣點的出現時間，如果屬實，預期　連續兩次石虎出現中間有犬出現的時間間隔會比連續兩次石虎出現中間　沒有犬出現的時間間隔長。本計畫將兩次石虎出現的時間間隔分為有犬或 沒有犬出現，以曼惠特尼U檢定(Mann-Whitney U test)進行分析，顯著值設 為0.05。 (3) 空間尺度部份，另外假設犬在一個樣點的出現，石虎會降低在該樣點　的活動頻度。如果屬實，預期犬的OI值越高的樣點，石虎的OI值會越低，兩者呈現負相關。2015年9月至2021年8月的照片資料，以3個月為1個周期，　計算每一個相機樣點每一周期犬及石虎的OI值，以斯皮爾曼等級相關 (Spearman’s Rank-Order Correlation)進行檢定。 2. 貓的影響，同上述三種方法進行分析。 3. 食物資源的影響，假設石虎OI值會受到食物資源的影響，預期當一個樣　點食物資源OI值越低時，石虎OI值也會越低，兩者呈現正相關。本計畫相　片資料中，鳥的資料並無完全辨識到雉雞科(許多相片只寫鳥)，因此鳥的　部分沒有進行分析。石虎的食物資源分別以鼩形目及鼠科鼠類、臺灣野兔、松鼠科及所有小型哺乳類(上述三個類別總合)等4個類別進行分析。將2015 年9月至2021年8月的照片資料，以3個月為1個周期，計算每一個相機樣點　每一周期石虎及每個食物資源類別的OI值，以斯皮爾曼等級相關(Spearman’ s Rank-Order Correlation)進行檢定。

<u>利用佔據模型評估偵測率及佔據率可行性</u>

本計畫針對石虎或麝香貓等2個較稀有的物種，進行相機資料結合佔 據模型來評估偵測率及佔據率的可行性評估。本年度以低海拔相機(1500 公尺以下) 2019年3-11月的自動相機資料來進行分析，將資料分成春(3-5月)、 夏(6-8月)、秋(9-11月)等3個單一季節來分別探討。首先檢視原始資料，將無效資料手動篩選移除後，將物種資料進行轉換，某特定物種有出現設為1，沒有出現設為0。 在資料篩選後，最後納入分析的相機共183台。使用R的tidyverse套件將物種出現的資料以3、5、7、9天為時間單位來進行表格的整理之後，放入program PRESENCE軟體來進行分析，針對偵測率及佔據率的可行性評 估。由於在program PRESENCE的運算過程中，會不斷利用最大似然率的 概念來嘗試尋求最佳的解釋，如果無法找到最佳解或是有太多可能的解， 便會造成錯誤。分析錯誤的判斷會以program PRESENCE中回報的 significant digits(下表皆以資料顯著性為替代)當作依據，如果分析結果為小於預設值7，則表示結果較不適合被採信。

2. 中大型食肉目及偶蹄目出現熱點盤點與增設監測點位

由於現有之相機當中，大部分是沿用自2014年「鼬獾族群變動長期監測及共域食肉目動物調查」所架設之相機，在調整高度及角度之後持續使用。雖然大部分物種之拍攝點位都相當充足，但仍非針對大型偶蹄目（如 水鹿）及食肉目（如黑熊）架設。因此，本計畫(1)蒐集民國98年至今之台灣黑熊的點位分布資料，包括中大型哺乳類調查相關之文獻及新聞媒體報導，提供本計畫中大型哺乳動物監測樣點的選定參考；(2)與林管處討論潛 在的長期監測樣點，確認可行性後，協助各林管處選擇樣點及架設自動相機。由林管處同仁定期更換相機記憶卡、完成物種辨識及資料輸入。

3. 自動相機現地調整與教學

依照動物出現狀況、拍攝角度與範圍、照片品質等，檢討相機架設位置及周圍環境是否需要調整，由研究人員至現場調整相機，並指導現場工 作人員有關架設相機應注意之事項。依據「鼬獾族群變動長期監測及共域 食肉目動物調查」計畫執行之成果，估計需調整之相機約20台。 配合原有長期監測網之相機調整及各保護留區之相機架設，本團隊將輔導各相機負責人員相機架設與資料回收方式，以培養負責人員獨立作業 能力，並確保資料品質。

4. 自動相機資訊管理系統開發

4.1 開發單機版資料標註與上傳介面

a. 介面功能與開發 單機版介面包含(1)影像檔瀏覽與管理、(2)影像資料標註、(3)影像與標註 資料上傳至系統、(4)影像標註與上傳進度管理等主要功能。資料管理與上傳的前端介面，TaiBIF 團隊原先規劃利用 Electron + React + Maturial UI 跨平台 (Windows、Mac OS X、Linux) 技術的堆疊進行開發，但後經考量 各林管處主要使用Windows作業系統，暫時並未有跨平台的需求，且為強 化上傳介面效能，改採用 Python Tkinter模組技術進行單機版上傳介面的 開發，由於Tkinter是Python自帶的圖像化使用者介面 (GUI) 套件，功能較簡單但效能更佳。

b. 影像檔瀏覽與管理 前端檔案瀏覽管理介面類似Windows系統中的檔案總管，以減少使用者熟悉介面所需時間。

c. 影像標註 影像標註功能將沿用線上介面的物種下拉選單，另外也將保留連拍自動補齊等目前線上介面的功能。

d. 資料處理與上傳 部分影像處理 (例如製作縮圖) 跟上傳功能是利用 Electron 前端介面呼 叫後端 Python 程式。上傳資料時使用 aws s3 command 指令，減少網頁伺服器負擔。檔案採用個別照片依續上傳，如果因為網路連線問題上傳失 敗，系統會於下次網路重新連線後再自動從上次失敗的地方開始續傳。

e. 影像標註與上傳進度管理新的介面以標籤註記的方式顯示各影像檔是否已經完成資料標註與上 傳。

4.2 重新撰寫系統後端與資料庫系統

a. 資料庫結構調整 本年度配合單機版的開發，調整目前系統的資料庫結構，以關聯式資料庫系統 PostgreSQL 取代目前系統中的 MongoDB，因為關聯式資料庫強調 資料的完整性，資料格式較容易維持一致，不容易出錯。

b. 資料搜尋效能提升 為提升資料搜尋的效能，一方面透過資料結構的調整及簡化，一方面於新建置的關聯式資料庫搭配 Apache Solr 索引系統加快搜尋速度。

c. 系統後端重構 後端 API 程式改用 Python 程式語言撰寫，並利用 Django Framework 所提供的現成套件，加速開發流程。Django 自帶的 ORM (Object-Relational Mapping) 可以讓 Python 程式跟關聯式資料庫緊密結合操作，Django Template Engine 也可減少繁瑣的前端介面開發。

4.3 教育訓練

本年度至各林區管理處分別辦理一場教育訓練，共計8場。除了示範系統的操作方式外，也協助林管處人員下載單機版介面免安裝程式檔。

4.4 雲端系統維運

繼續維運目前建置於雲端的系統，確保系統功能正常運作，並協助將2020年所新增自動相機照片與文字資料匯入系統。

五、結果與討論：

1. 自動相機監測

1.1 資料回收狀況

長期監測網 183 台、保護留區 60 台以及 2020 年起新增設之中大型食 肉目及偶蹄目監測樣點 54 台，截至 2021 年 8 月為止，合計歷年來每月有回收資料之相機數量如圖 4。

1.2 長期監測網 183 台樣點

樣本數與資料合理性

統計拍攝到各目標物種之相機數，可發現出現在最多相機點位的物種 為白鼻心（172 台，附錄一圖 H1）、山羌(171 台，附錄一圖 B1)以及鼬獾(169 台，附錄一圖 E1)；出現樣點數最少的則為黑熊（9 台，附錄一圖 M1）與 石虎（21 台，附錄一圖 K1）。此外獼猴（160 台，附錄一圖 P1）與穿山甲 （107 台，附錄一圖 O1）也被相當多的相機拍攝到。 本計畫的樣點選擇需考量實務操作上的限制，如交通、現場人員的工 作時間、人力負荷，及限制於林班地內等條件，且長期監測網的樣點選擇 是以鼬獾的可能出現網格為母體進行隨機抽樣。但上述結果顯示鼬獾的分 布範圍相對其他食肉目動物更廣大，且分布海拔可由 0 m 至 3400 m（特有 生物研究保育中心資料），因此其潛在分布範圍已涵蓋本計畫目標物種大 部分的分布範圍。而除了少數稀有物種如黑熊及石虎之外，每個物種皆有 30個以上的樣點，已可滿足基本的樣本數需求。在上述因素的綜合考量下， 本計畫現有的相機應可合理反映全國林班地內的大多數哺乳類野生動物資源概況。

野生動物相對豐度

累計自 2015 年 9 月起至 2021 年 8 月底止，各種哺乳動物(包含 4 種偶 蹄目、10 種食肉目以及穿山甲與獼猴共計 16 種)的拍攝位置、每月及每年 平均相對豐度變化趨勢、三種海拔樣點的歷年豐度變化、與犬貓相對豐度 的關係、活動模式等資訊皆呈現於附錄一。 本研究將各物種之每月全部相機平均 OI_3 分別對月份做線性迴歸， 歸納各物種自 2015 年監測以來的豐度變化趨勢，結果如表 3。若將所有 183 台相機 OI_3 資料納入分析，則可發現水鹿、山羌、野山羊、食蟹獴、 黃喉貂、黃鼠狼、黑熊、獼猴與遊蕩犬隻的相對豐度有顯著增加的趨勢（表 3），其中又以獼猴、黃喉貂、台灣水鹿與山羌四個物種的增加程度最大； 鼬獾與石虎有顯著降低的趨勢（表 3）；野豬、白鼻心、麝香貓、穿山甲與 貓則沒有顯著的變化趨勢（表 3）。除了以每月 OI_3 來檢驗豐度變化趨勢 之外，將上述物種以年平均 OI_3 來呈現歷年的豐度變化也大致可看到相 同的結論(附錄一，各物種個論之圖 4)。 由於以全部樣點的平均 OI_3 計算相對豐度的變化仍有可能會受到少 數極端值的影響，為了能夠更細部地探究物種在不同區域的變化趨勢是否 是普遍情況或者存在差異，本研究也針對僅有「歷年曾經拍攝到該物種」 的樣點來分析：(1)物種在三種不同海拔高度(2000 m)樣點的年間 OI_3 變化趨勢(附錄一，各物種個論之圖 2)，以及(2)物種在 每個樣點的歷年 OI_3 變化是否有顯著(附錄一，各物種個論之圖 5)。未來 可針對特定的樣點分析可能造成相對豐度下降的原因，以便做出因應的管 理措施。例如附錄一之圖 E5 顯示鼬獾 OI_3 顯著降低的樣點明顯以中部及 中部以北縣市居多，表示鼬獾的整體豐度下降並非全島的趨勢；白鼻心也 有類似的情況(附錄一圖 H5)，同樣以中部縣市樣點下降較多、南部與東部 樣點則豐度多呈上升趨勢。

野生動物與犬貓共域情形

近年來犬貓對野生動物之危害引起廣泛討論，無論是直接的騷擾、攻 擊、疾病傳染或是間接的食物資源與棲地競爭，犬貓都可能對野生動物造 成莫大的危害，本計畫也曾於嘉義與綠島拍攝到犬隻追逐山羌的畫面。研究分析犬貓的拍攝情形，發現遊蕩犬隻的 OI_3 及出現樣點數目自 2018 年 開始有相當顯著的上升趨勢，雖然今年(截至 8 月)豐度有所降低(附錄一，圖 N4)，犬隻歷年來的相對豐度整體而言仍然是在顯著上升當中的(表 3)； 貓則相對變化較不明顯(附錄一，L4)。野生動物與犬貓皆有相當程度的共 域情形，與犬共域比例最高者為石

1101158

虎(100%)及穿山甲(93.5%)，其後包括食 蟹獴、麝香貓、白鼻心、鼬獾、山羌、獼猴、野豬等物種曾出現的樣點也 都有超過八成同樣拍到過遊蕩犬隻（圖 5）；與貓共域比例最高者亦為石虎 (61.9%)及穿山甲(50.5%)，再來是白鼻心、食蟹獴、鼬獾、山羌、麝香貓 等物種（圖 6）。 為了探討犬貓與野生動物的共域情況是否存在區域性差異，以下再將 長期監測網 183 台相機樣點以縣市區分為北、中、南、東四個區域:北部 45 台(台北市、新北市、桃園市、新竹縣、苗栗縣、宜蘭縣)、中部 57 台(南 投縣、彰化縣、台中市、雲林縣、嘉義縣)、南部 27 台(台南市、高雄市、 屏東縣)與東部 54 台(花蓮縣、台東縣)，結果如圖 7-圖 14。野生動物與狗 共域的情況，南部與東部區域相較於北部和中部程度較低；不只是淺山物 種，北部樣點的中高海拔物種如黑熊和水鹿與狗的共域程度也是比較高的 (圖 7)；此外值得注意的是麝香貓在南部縣市與犬共域機率相對於其他地 方來得低(圖 11)，其他容易受到遊蕩犬隻騷擾的中小型偶蹄目與食肉目野 生動物如山羌、食蟹獴、鼬獾、白鼻心在各區域程度不等，但與狗共存的 機率全部都超過或接近八成；數量稀少的穿山甲與石虎則是無論在哪個區 域都是與狗共域程度最高的物種之一，在北部縣市穿山甲曾出現的 29 個 樣點和 7 個石虎樣點、以及中部縣市的 14 個石虎樣點甚至全數都有記錄 到遊蕩犬隻。與狗相比，貓與野生動物的共域比例相對較低，與貓共域程 度最高的物種多為低海拔動物如石虎、麝香貓、穿山甲、白鼻心與食蟹獴， 同樣是在北部縣市樣點有特別高的共域程度，如石虎 7 個樣點全數都有貓、 穿山甲的 29 個樣點有 26 個曾拍攝到貓、麝香貓也有至少 77.8%的樣點與 貓共域(圖 8)。中部、南部與東部縣市動物樣點與貓共域的比例則是都不 高於 50%。 若將各野生哺乳類動物歷年之每月 OI_3 與犬、貓 OI_3 做相關性分析 (附錄一，各物種個論之圖 7、圖 8)，會發現穿山甲是唯一與犬、貓都分別 呈現顯著負相關之物種(附錄一 O，頁 143)。根據特有生物研究保育中心野生動物急救站的統計，穿山甲近幾年的救傷案例持續上升，且其中受犬隻攻擊的案例比例逐年上升（鄭錫奇，私人通訊），本計畫相機也曾拍攝到 尾部疑似受到犬隻攻擊受傷的穿山甲個體，顯示穿山甲受到犬貓危害的壓 力可能逐漸上升中，需要特別關注。此外則是與犬貓共域比例最高的石虎， 雖歷年每月 OI_3 與犬貓相關性分析尚未看出有顯著的相關，牠們的相對 豐度是顯著逐年下降的（附錄一，圖 K2、K4），因此以下再特別擷取石虎歷年曾出現過的樣點細部分析，探討犬貓是否對石虎有影響。

<u>石虎相對豐度下降原因探討</u>

2015 年 9 月至 2021 年 8 月，以每 3 個月為 1 個周期，石虎、犬、貓 及各個食物資源類別的平均 OI 值變動如圖 15。結果顯示，2016 年 3 月開 始，小型哺乳動物的 OI 值顯著下降，推測 2016 年初的強烈寒流可能對野 生動物產生不利的影響。小型哺乳動物的 OI 值到 2019 年 9 月之後，才回 升到 2015 年末的水準。犬的平均 OI 值在 2019 年 9 月之後開始明顯增加， 石虎及貓的 OI 值維持在較低的水準。以下分別針對犬、貓及食物資源對 石虎的影響進行敘述：

1. 犬的影響

(1) 犬與石虎的日活動模式以核密度估計法估算各小時的活動機率密度結 果如圖 16。石虎的日活動模式偏夜行性，在日落後及日出前有兩個活 動高峰，白天偶有活動但活動量較少；犬則日間活動為主，日出後活動 量提升、日落後則顯著降低活動量。兩個物種活動重疊係數為 0.51，95% 信賴區間為 0.45-0.57，屬於中度的重疊(Monterroso et al., 2014)。兩物種 雖然活動重疊度僅略高於中等的標準，但當石虎遇到犬，仍有很高機會 遭受犬攻擊。

(2) 石虎是否因為犬的出現而延後出現，結果如圖 17。結果顯示有犬出現 的情形下，連續兩次石虎出現的平均時間間隔為 4725.1±871.4 小時(平 均±1 SE, n=76)，顯著比沒有犬出現時

連續兩次石虎出現的時間間隔 (1612.9±267.7, n=113)長(Mann-Whitney U test, Z=-4.841, P<0.001)。這結 果推測犬出現後，石虎會延後在該樣點的出現時間。

(3) 本計畫分析 28 個拍攝到石虎的樣點，以 3 個月為 1 個周期進行分析。 扣除不足 3 個的資料，共有 553 個周期。同時有石虎跟犬出現的有 48個，以這 48 個周期進行分析，結果顯示犬的 OI 值高低跟石虎的 OI 值 高低沒有顯著相關(Spearman’s rank correlation coefficient rho=-0.108, P=0.465)。這結果顯示，石虎不會因為樣點犬的活動頻度較高而顯著降 低活動頻度。

(4) 綜合以上三項分析，石虎在活動時間上與犬有某種程度的錯開，當犬 在某一樣點出現後，會延後在該樣點出現的時間，但石虎在空間上並沒 有出現迴避犬的情形。推測石虎利用時間尺度來降低與犬的接觸，而非以空間上的躲避。

2. 貓的影響

(1) 貓與石虎的日活動模式以核密度估計法估算各小時的活動機率密度， 結果如圖 18。石虎及貓都是以夜間活動為主，日間雖也也有活動但活 動量較低。兩個物種日活動重疊係數為0.81，95%信賴區間為0.73-0.89， 屬於高度的重疊(Monterroso et al., 2014)。

(2) 石虎是否因為貓的出現而延後出現，結果如圖 19。結果顯示有貓出現 的情形下，連續兩次石虎出現的平均時間間隔為 8779.2±2485.6(平均±1 SE, n=24)小時，顯著比沒有貓出現時連續兩次石虎出現的時間間隔 (2017.3±219.3, n=165)長(Mann-Whitney U test, Z=-3.678, P<0.001)。這結 果推測貓出現後，石虎會延後在該樣點的出現時間。本次分析有貓出現 的樣本數明顯比沒有貓出現的少，未來將持續累積資料，增加有貓出現 的樣本數。

(3) 本計畫分析 28 個拍攝到石虎的樣點，以 3 個月為 1 個周期進行分析。 扣除不足 3 個的資料，共有 553 個周期。同時有石虎跟貓出現的有 16 個，以此 16 個周期進行分析，貓的 OI 值高低跟石虎的 OI 值高低沒有 顯著相關(Spearman’s rank correlation coefficient rho=-0.242, P=0.367)。

(4) 綜合以上三個分析結果，石虎與貓的日活動模式有高度重疊，且活動 空間上也不會因為貓的出現而有降低活動量的現象，然而，在有貓出現 的情形下，石虎出現的時間拉長，推測可能是從時間尺度來降低競爭。

3. 食物資源豐富度的影響

鼩形目及鼠科鼠類跟石虎同時出現的 69 個周期中，鼩形目及鼠科鼠 類的 OI 值高低跟石虎的 OI 值高低沒有顯著相關(相關係數 rho=-0.106,P=0.386)。臺灣野兔跟石虎僅在 7 個周期同時出現，臺灣野兔的 OI 值高低 跟石虎的 OI 值高低沒有顯著相關(相關係數 rho=0.683, P=0.091)。松鼠科 跟石虎同時出現的 53 個周期中，松鼠科跟石虎的 OI 值高低跟石虎的 OI 值高低沒有顯著相關(相關係數 rho=-0.141, P=0.315)。全部小型哺乳類跟石 虎同時出現的 86 個周期中，全部小型哺乳類的 OI 值高低跟石虎的 OI 值 高低沒有顯著相關(相關係數 rho=-0.108, P=0.323)。上述結果顯示，石虎的 OI 值的變動，並非受到小型哺乳動物資源的影響，換言之，並非由下而上 的控制(bottom-up control)。然而，本計畫在動物相片的辨識以哺乳類為主， 許多鳥的照片並沒有辨識到物種，因此，雖然地棲性的鳥類(竹雞、臺灣

山 鷓鴣)等亦可能是石虎的重要食物來源，但本計畫無法針對地棲性鳥類進行分析。未來可針對地棲性鳥類的照片特別註明，以利後續分析。

狩獵活動與野生動物豐度之相關性

目前開放原住民狩獵的最大爭議在於狩獵活動是否影響野生動物的 豐度及存續。本研究將 183 台長期監測網樣點當中曾經拍攝到獵人、以及 經由各工作站森林護管員所回報有狩獵活動的相機樣點(目前累計已有 39 台)稱為有狩獵活動的樣點，其餘假設為無狩獵活動的樣點，比較野生動物 在這兩類樣點的 OI_3。結果顯示有狩獵活動的樣點當中，水鹿、山羌、野 山羊、野豬等四種主要狩獵目標物種的平均相對豐度歷年來幾乎都高於或不低於無狩獵活動的樣點（圖 20），此結果有可能是因為獵人選擇的狩獵 區域原本就有較高的動物豐度。四種偶蹄目動物中，山羌與野山羊在有狩獵活動的樣點內的豐度皆為逐年上升，且上升趨勢比無狩獵活動的樣點更明顯；野豬在有狩獵活動樣點內的豐度變化較無狩獵樣點大，不過 2015 年至今並沒有達到統計上的顯著上升或下降趨勢，有狩獵活動的樣點豐度也持續高於無狩獵樣點；水鹿則雖然也是有狩獵活動的樣點豐度持續高於 無狩獵樣點，但在無論是有狩獵活動的樣點或無狩獵活動的樣點的相對豐度皆於今年（截至八月為止）有顯著的下降（圖 20），若以不同海拔高度檢視這些水鹿樣點的豐度變化，可發現以大於 2000 公尺的高海拔樣點於今年的下降趨勢最為明顯(附錄一，圖 A2)，中、低海拔則是有微小幅度的下降。不過由於水鹿豐度在高海拔樣點於 2019 及 2020 年有特別明顯的高峰，今年的下降是否是動物數量的自然調節或是狩獵活動造成尚未能斷定，需要更長時間的觀察。但綜合以上結果，顯示目前在狩獵活動持續的情況下，偶蹄類野生動物仍然能維持其豐度與存續。 其他非主要狩獵目標物種，2015 年至今整體而言在有狩獵活動的樣點相對豐度也多半持平或者沒有呈現下降的趨勢(圖 20)，甚至有上升的趨勢且上升幅度高於無狩獵活動的樣點，如白鼻心與麝香貓。不過值得注意的是，本研究的 16 個目標監測哺乳類物種包含偶蹄目及食肉目動物，許多 無狩獵活動樣點的平均相對豐度在年間的變動趨勢都相較於有狩獵活動的樣點平穩(圖 20)，如野豬、麝香貓、黃喉貂、穿山甲、石虎等物種最為明顯，雖然可能是由於有狩獵活動樣點相對較少，較容易受到極端值的影響使得每年的平均 OI_3 有較大的波動，狩獵活動是否仍會對野生動物的豐度變化或穩定性在其他方面帶來影響有待更多的研究探討。

利用佔據模型評估偵測率及佔據率可行性

石虎的分析結果顯示，石虎雖然在春季(表 4)出現頻度最高，但使用 佔據模型來做分析時仍發現偵測率有過低的狀況，導致修正後佔據率可能 過高而失真(表中粗體字表示資料不符合實際狀況)。針對石虎出現頻度非常低的夏(表 5)及秋(表 6)兩個季節、由於偵測率過低，導致修正後佔據率無法被檢驗出來，代表由偵測率與修正後佔據率兩者皆無法得出有生態意義的結果。 麝香貓的分析資料結果顯示，麝香貓在春季(表 7)時出現頻度最高； 夏季次之(表 8)，秋季最低(表 9)。修正後的佔據率與偵測率隨日數增加有 些微增加的趨勢。麝香貓三個季節的分析結果，日數的增加皆能提高偵測 率並進一步提高修正後的佔據率，使得佔據率的估計更接近於實際的族群狀況。 由以上兩種稀有物種的資料探討可知，石虎雖在單一季節有較高的出 現頻度，但此頻度仍不適用於佔據模型的分析上，因此不太建議將石虎使 用於佔據模型上。相較之下，麝香貓在佔據模型中有較高的適用性。 本計畫部分樣點的資料可能有空拍或一段時間完全沒有資料的情況， 導致在處理時變成無效資料，當無效資料過多，就會影響偵測率及佔據率 的估算。本次結果也發現，未修正的佔據率在不同日數的結果應相同，但卻有幾個特例的狀況，推測可能是少數相機無效資料沒有被剔除所導致的誤差，未來的資料處理應更為謹慎，方能提高分析的準確性。

1.3 保護留區及野生動物重要棲息環境 60 台樣點

自 2019 年 4 月至 2020 年 3 月間陸續架設完成之 10 個保護留區及野生動物重要棲息環境共 60 台相機，每樣區豐度最高的三個哺乳類野生動物結果如下，各樣區描述以及所有曾拍攝到之物種相對豐度詳細結果請見附錄二。

A. 鹿林山野生動物重要棲息環境 6 部相機在 2019 年 5 月至 2021 年 8 月間平均每月 OI_3 在監測目標物種中以山羌(15.2)最高，再來是水鹿(15.16) 及獼猴(10.26)(附錄二 A)。
B. 雪山坑溪野生動物重要棲息環境 6 部相機在 2019 年 4 月至 2021 年 8 月間平均每月 OI_3 在監測目標物種中以山羌(119.77)最高，再來是獼 猴(7.4)及鼬獾(3.44)(附錄二 B)。
C. 插天山自然保留區 8 部相機在 2019 年 8 月至 2021 年 8 月間平均 每月 OI_3 在監測目標物種中以山羌(26.95)最高，再來是鼬獾(6.8)及獼猴 (2.37)(附錄二 C)。
D. 三義火炎山自然保留區 5 部相機在 2019 年 8 月至 2021 年 8 月間 平均每月 OI_3 在監測目標物種中以獼猴(8.10)最高，再來是狗(6.04)及鼬獾 (3.21)(附錄二 D)。
E. 水璉野生動物重要棲息環境 6 部相機在 2019 年 9 月至 2021 年 8 月間平均每月 OI_3 在監測目標物種中以山羌(45.01)最高，再來是獼猴 (18.08)及白鼻心(5.23)(附錄二 E)。
F. 翡翠水庫食蛇龜野生動物保護區 7 部相機在 2019 年 9 月至 2021 年 7 月間平均每月 OI_3 在監測目標物種中以山羌(88.58)最高，再來是鼬獾 (19.72)及麝香貓(9.18)(附錄二 F)。
G. 瑞岩溪野生動物重要棲息環境 8 部相機在 2019 年 4 月至 2021 年 8 月間平均每月 OI_3 在監測目標物種中以山羌(17.33)最高，再來是獼猴(1.5) 及野山羊(1.12)(附錄二 G)。
H. 九九峰自然保留區 5 部相機在 2019 年 6 月至 2021 年 8 月間平均 每月 OI_3 在監測目標物種中以獼猴(3.37)最高，再來是鼬獾(2.6)及野山羊 (2.08)(附錄二 H)。
I. 浸水營野生動物重要棲息環境 3 部相機在 2019 年 5 月至 2021 年 7 月間平均每月 OI_3 在監測目標物種中以山羌(11.51)最高，再來是獼猴(5.91) 及鼬獾(5.44)(附錄二 I)。
J. 關山野生動物重要棲息環境 6 部相機在 2020 年 3 月至 2021 年 8 月 間平均每月 OI_3 在監測目標物種中以水鹿(15.26)最高，再來是獼猴(3.74) 及山羌(2.18)(附錄二 J)。

1.4 中大型食肉目及偶蹄目 54 台樣點

2020 年起至今針對黑熊以及水鹿陸續新增設的相機樣點，包括南投處丹大林道 6 台、嘉義處楠溪林道 6 台、塔山野生動物重要棲息環境 4 台、 屏東處石山林道 5 台、花蓮處玉里野生動物保護區 6 台、瓦拉米步道 6 台、 台東處利嘉林道 5 台、紅石林道 6 台、錦屏林道 6 台、東勢處大雪山地區 4 台，總計完成架設相機 54 台，各海拔高度點位與物種相對豐度請見附錄 三。自 2021 年 1 月開始統計之哺乳類動物監測結果，平均 OI_3 最高者依 序是山羌(37.8)、獼猴(5.97)與水鹿(4.16)，山羌豐度明顯高於其他所有監測 物種，與獼猴都有豐度上升的趨勢；水鹿則是逐月下降。另外還拍攝到野 山羊(2.94)、白鼻心(1.08)、鼬獾(0.9)、黃喉貂(0.62)、黃鼠狼(0.55)、野豬 (0.35)、食蟹獴(0.25)、麝香貓(0.24)、黑熊(0.08)、穿山甲(0.03)與狗(0.01)。 台灣水鹿在上述所有樣區都曾被拍攝到，共計 29 個樣點；台灣黑熊則除 了 2 月之外今年每月也都有拍攝記錄，共有 7 個樣點:位於楠溪林道的 CY-LTMM-022、CY-LTMM-024、玉里野生動物保護區的 HL-LTMM-021、 HL-LTMM-023、HL-LTMM-026 以及大雪山地區的 DS-LTMM-020、 DS-LTMM-021 樣點。

2. 中大型食肉目及偶蹄目出現熱點盤點與增設監測點位

增加台灣黑熊監測相機樣點

2.1 針對台灣黑熊，自 2021 年 1 月到 11 月止，協助 4 個林區管理處在 5 個地點架設紅外線自動相機，分別為東勢林區管理處大雪山地區 4 部相機、 嘉義林區管理處塔山野生動物重要棲息環境 4 部相機、屏東林區管理處雙 鬼湖野生動物重要棲息環境 2 部相機、臺東林區管理處紅石林道 6 部相機 和錦屏林道 6 部相機，並進行巡護人員相機設定及記憶卡更換等的訓練。 總計本年度完成架設的相機數為 22 台，各相機的編碼及座標如表 10。

2.2 雪霸國家公園管理處預計於大鹿林道架設 14 部相機，該處同意將相機資料納入本監測計畫，相機位置將依據 105 年度林良恭教授團隊於大鹿林 道東線調查的點位架設。目前已經架設好 4 部，其餘 10 部相機將陸續架 設，14 部相機的編碼及樣點座標如表 11。

2.3 2009-2021 年間臺灣黑熊於新聞媒體報導出現地點以及研究報告資料蒐集:

2.3.1 為了解近年來臺灣黑熊的分布狀況，持續蒐集學術研究報告或新聞媒 體報導有關台灣黑熊出現的地點。自 2020 年 12 月到 2021 年 11 月有 12 處地點發現臺灣黑熊(表 12、圖 21)，與前一年度(翁國精與劉建男，2020) 彙整的資料整合後，2009 年至 2021 年台灣黑熊在 9 個縣市 13 個鄉鎮有 50 筆發現記錄(表 13、圖 21)，以台東縣 17 筆最多、花蓮縣 11 筆次之。

2.3.2 建議未來可於新竹霞喀羅步道、台中谷關地區、高雄南部橫貫公路 梅山至天池路段、花蓮海岸山脈及玉山及太魯閣國家公園增設自動相機。

3. 自動相機現地調整與教學

常見的相機異常狀況為定時拍攝時間沒有設定或者設定錯誤、相機年份日期設定錯誤、電池沒電等，少數則有相機或記憶卡故障或無法讀取的情況；相機架設的問題則多為架設角度或高度過低，以致無法清楚而完整地拍攝較大型哺乳動物如水鹿；拍攝環境問題則有雜草過長或環境植被凌 亂影響物種判讀或造成持續空拍；此外還有由於拍攝的動物相不佳而需要 調整的樣點。包含相機架設、相機設定的常見錯誤狀況以及相機異常的排 除方法統整如附錄四。本計畫團隊已於今年 10 月至羅東處現場檢視與調 整共計 21 台相機樣點，大多為相機設定問題以及少數需微調的架設位置 與拍攝角度(附錄五)，另外則是備用機數量不足因此相機狀況不佳時就會致使資料短缺，有鑒於此，已請各管理處回報需購置的相機數量，期望明 年購置完成後，相機能有較多機會替換並有較充足時間的維護與除溼，減少於野外連續架設過久而受潮導致故障。截至目前，各管理處相機樣點的 狀況已相較於以往改善許多，除了如道路中斷或相機遭竊等不可抗力的情 形之外，護管員與計畫承辦專員也大多都已經熟悉照片回收的流程並且能掌握與自行排除相機狀況，確保資料能夠連續。未來計畫仍會持續每兩個 月追蹤一次每台相機拍攝狀況與缺失並回報予管理處及工作站同仁以利改善。

4. 自動相機資訊管理系統開發

4.1 單機版資料標註與上傳介面開發

今年度已完成上傳介面及影像資料的上傳功能開發，並已打包成應用 程式壓縮檔(版本 v0.1.5)，亦已經過本計畫團隊內部安裝與進行測試，檔 案下載後可直接解壓縮並開啟資料夾，點選應用程式即可執行使用。 上傳介面畫面如圖 22，為讓使用者操作更為直覺，故功能畫面的排列在下半年度有做調整，主要分為四大區塊，分別為 (1) 資料夾目錄及上傳 進度區；

1101158

(2) 功能選項區；(3) 圖片檢視區；(4) 文字資料編輯區，其中 資料夾目錄區與其他區域間的邊界大小可彈性調整，以下分別就四大區塊 進行功能說明：

4.1.1 資料夾目錄及上傳進度區 本區主要提供從本機電腦或記憶卡匯入影像檔，以及影像檔案和資料 夾管理的功能。點選 「加入資料夾」便可於本機電腦選擇欲匯入和編輯 的自動相機影像資料夾（資料夾須以個別相機位置為單位匯入，可分次匯入多個資料夾）。選擇資料夾後，將於此區顯示匯入的資料夾名稱，點選 該資料夾名稱即於畫面右邊區域顯示資料詳細內容，包括資料標註/上傳進 度、檔名、日期時間等，並可進一步點選標註該資料夾中的個別影像資料。 此外，本區亦設計了上傳進度的顯示功能，當上傳資料夾到線上系統 時，可點選本區的雲朵圖示查看目前的上傳進度，並可隨時選擇暫停或接 續上傳（圖 23），即使網路連線不穩依然可保持資料續傳直到 100%完成為 止，不會因網路斷線或電腦當機而須重新上傳所有資料。

4.1.2 功能選項及圖片檢視區 此區域主要提供將所選取之資料夾中的影像資料，以及標註的文字資 料上傳至雲端系統的功能。當於資料夾目錄區匯入資料夾後，可依序選取 此資料夾中影像檔所屬的計畫、樣區及相機位置，待影像標註的文字資料 編輯完成後，點選「上傳」功能鍵即可將該資料夾中的影像與標註文字資 料上傳至雲端系統；此區亦可選擇「刪除資料夾」以刪除匯入此上傳介面 的資料夾及標註的文字資料，但此功能並不影響已上傳至雲端系統及原儲 存於本機電腦中的資料。 經過團隊內部測試，此上傳功能可順利上傳大量影像資料（已完成測 試同批次上傳 800 多張照片），並讓系統以製作縮圖的方式處理上傳的影 像，進而提升使用者於網頁伺服器瀏覽已上傳影像資料的速度。另外，同 一個資料夾若要更新資料，僅於第一次上傳影像，其後皆為更新文字資料， 如此也可讓更新資料的上傳速度加快，減少系統負擔。 除了上傳相關功能選項外，本區還提供連拍分組及檢視大圖功能。當 使用者勾選「連拍分組」的選項，並輸入讓系統判定特定時間間隔內為連 拍照片的分鐘數，即可自動將該資料夾中的影像資料依不同顏色區塊分組 （如圖 24），當使用者於資料編輯區點選物種，系統會自動將同一組的連 拍照片的物種欄位全部補齊為同一個選項；而若是有需要放大檢視每張影 像，可點選「看大圖」按鍵放大每張影像觀看，但目前無法於看大圖模式 中直接編輯文字資料，僅能檢視於資料編輯區中填入的標註文字（圖 25）。

4.1.3 文字資料編輯區個別資料夾中的相機文字資料（若尚未標註完成的資料則僅呈現影像資訊）將於此區域呈現以供使用者瀏覽及標註個別影像的文字資料，主要 的欄位包括資料標註/上傳狀態、影像檔名、拍攝日期時間、物種、年齡、 性別、角況、備註、個體 ID 等，未來可依需求調整欄位。其中，上傳狀 態、影像檔名、拍攝日期時間為系統自動抓取的欄位內容；備註及個體 ID 為自由填寫欄位；物種欄位為下拉式選單或可使用快捷鍵（按 Ctrl+數字， 未來可由使用者自行設定），其餘欄位皆為下拉式選單（圖 26），可直接選 擇系統預設的選項，以利於統一文字資料的詞彙及後續資料分析。 另外提供相關的複製功能，包含「複製一列」功能來複製同張影像資 料（圖 27a、27b），並可分別於複製的影像標註不同的文字資料內容，以 利使用者處理影像中拍攝到兩種以上物種或多個個體之狀況；「複製內容」 的功能可複製使用者編輯的文字資料內容，貼到特定的資料欄位中（圖 28）。 資料標註/上傳狀態的欄位為提示使用者該筆資料的文字編輯進度和 上傳狀態，其中標註狀態可讓使用者了解該筆資料為新匯入尚未檢視及編 輯、已檢視但未編輯、已檢視且已編輯等狀態；待資料編輯完成並進行上 傳時，上傳狀態則可顯示該筆資料上傳/未上傳。（圖 23）

4.2 系統後端與資料庫調整

本團隊為配合今年度單機版上傳介面的開發，目前已調整系統的資料　庫架構，將原本系統中的 MongoDB 轉換成關聯式資料庫系統 PostgreSQL， 使資料格式較容易維持標準化及進行後續維護。本年度已將後端 API 程 式改用 Python 程式語言撰寫，並利用 Django Framework 所提供的現成 套件，加速開發流程；而為提升資料搜尋的效能，一方面透過資料結構的 調整及簡化，一方面也已評估過於新建置的關聯式資料庫搭配 Apache Solr 索引系統加快搜尋速度的可能性，但因今年度評估發現可能會有效能　上的問題，未來將持續確認是否有最佳效能解決方案。

4.3 教育訓練

為讓自動相機資訊管理系統及上傳介面能夠有效納入自動相機資料收　集、分析、管理的流程中，以建立資料完善發布機制，本團隊於今年度 10 月 27 日至 11 月 5 日期間，分別前往全台共 8 個林區管理處（羅東、花蓮、 台東、屏東、嘉義、東勢、南投、新竹），針對自動相機業務的承辦人及 工作站收取相機資料的人員進行上傳介面的教育訓練，共計 97 位相關人 員參與（圖 29）。課程透過實作練習方式，讓每位學員皆可使用電腦實際 按步驟操作，最後成功上傳測試資料至線上系統資料庫中，並於課後填寫　線上問卷，提供操作上的建議和回饋意見，本團隊將納入並修改介面呈現　或操作方式。課程內容及各場次辦理時間請見自動相機計畫書（附錄六），　教育訓練簽到表請見附錄七，教材檔案請見　https://reurl.cc/xEm6d5。 關於教育訓練的回饋意見，本團隊設計了兩部分的問卷內容，其一為教 育訓練流程相關問題，87%的學員認為操作流程介紹清楚明瞭（圖 30）、 80.6 %的學員認為上傳介面有符合使用需求（圖 31）；其二為針對系統操 作建議的意見回饋，經評估後分為今年持續調整、明年規劃或優化、暫不 處理等三大類（附錄八）。 今年持續調整的部分，主要為網頁版系統的優化功能：　提供上傳資料夾的篩選及顯示功能，並呈現最後上傳日期　可篩選時間及多選物種　計算篩選與管考針對 OI 值、隻數、日曆的調整

4.4 雲端系統維運

由於林管處及工作站的第一線人員受限於網路頻寬不佳，無法順暢於　線上操作系統，或甚至無法完整上傳大量影像資料，故目前歷年累積之自　動相機舊資料由本團隊協助從雲端系統後台上傳。本年度因已將系統資料 庫後端調整及優化完畢，故本團隊也將 2020 年 9 月以前之舊資料清理（包 括清點舊資料欄位及對應等）並匯入至新系統，亦將影像進行縮圖處理， 讓線上系統瀏覽資料可以更快速。未來至新系統正式由第一線人員使用前，也將持續協助匯入已收集及整理的資料。　目前的雲端系統持續維持功能正常運作之狀態，所有資料亦持續於 AWS 雲端服務託管，未受後端系統及資料庫架構調整的影響，未來將持續　　維運。系統所使用的 AWS 雲端服務包含了 AWS EC2 運算單元（8G 記憶 體、2 vCPU）及 AWS S3 物件儲存 (Object Storage) 服務，且目前已使用 了大約 10 TB 的資料空間。

4.5 結論與未來發展

本年度 TaiBIF 團隊已完成單機版上傳介面功能開發及測試，包含影像 檔瀏覽與管理、影像資料的標註與上傳功能，亦已完成至全台 8 個林管處 辦理上傳介面的教育訓練，並針對部分意見回饋調整和優化系統功能；而　為配合上傳介面的開發及因應篩選分析需求，亦已調整系統的資料庫架構， 將原本系統中的 MongoDB 轉換成關聯式資料庫系統 PostgreSQL，並全 部採用 Python 程式語言撰寫。本年度亦完成 2020 年 9 月以前的舊資料清 理及匯入至新系統，雲端系統亦持續維持功能正常運作之狀態。　明年度預計規劃的優化項目，將以單機版上傳介面的 UI 介面設計與 UX使用者體驗進行優化和新增部分功能為主，如新增複製貼上的快

速鍵、 大圖檢視調整為全螢幕且可局部放大、設定測試照、完善刪除照片及復原 機制、查詢上傳歷史紀錄等，使操作流程更接近使用者使用 excel 整理資 料及電腦整理照片的操作邏輯和習慣；若使用過程中發現上傳介面上的功 能錯誤 (bug)，也將持續解決。另為提升資料搜尋的效能，將持續評估確 認是否有搭配 Apache Solr 索引系統加快搜尋速度的最佳效能解決方案。

六、結論：

2015 年起至今已有 183 個長期監測樣點，另自 2019 年開始在 10 個保護留區陸續設立 60 個保護留區樣點、以及自 2020 年開始針對大型哺乳類設立 54 個相機樣點，三類型的相機樣點合計有 297 個。長期監測樣點的成果顯示鼬獾與石虎的相對豐度顯著逐年下降，野豬、白鼻心、麝香貓、穿山甲與貓則維持平穩，其餘 9 種物種（含自由活動犬隻）皆顯著逐年上升。主要的狩獵目標物種山羌、 野山羊、水鹿及野豬在有狩獵活動之樣點的相對豐度皆顯著高於無狩獵活動之樣點，顯示狩獵活動對動物之豐度及存續尚無負面影響。野生動物與犬隻、家貓的共域情形普遍，其中石虎歷年曾出現的樣點更是全部皆曾拍攝到自由活動犬隻；穿山甲則是唯一每月相對豐度與自由活動犬、 貓都呈顯著負相關之物種。

相機狀況方面，截至目前各管理處相機樣點的狀況已相較於以往改善許多，除了如道路中斷或相機遭竊等不可抗力的情形之外，護管員與計畫承辦專員也大多都已經熟悉照片回收的流程並且能掌握與自行排除相機狀況，確保資料能夠連續。未來計畫仍會持續每兩個 月追蹤一次每台相機拍攝狀況與缺失並回報予管理處及工作站同仁以利改善。

自動相機資訊管理系統的開發方面， TaiBIF 團隊已完成單機版上傳介面功能開發及測試，包含影像檔瀏覽與管理、影像資料的標註與上傳功能，亦已完成至全台 8 個林管處辦理上傳介面的教育訓練，並針對部分意見回饋調整和優化系統功能；而為配合上傳介面的開發及因應篩選分析需求，亦已調整系統的資料庫架構，將原本系統中的 MongoDB 轉換成關聯式資料庫系統 PostgreSQL，全部採用 Python 程式語言撰寫。本年度亦完成 2020 年 9 月以前的舊資料清理及匯入至新系統，雲端系統亦持續維持功能正常運作之狀態。

七、參考文獻：

Monterroso, P., P. C. Alves and P. Ferreras. 2014. Plasticity in circadian activity patterns of mesocarnivores in Southwestern Europe: implications for species coexistence. Behavioral Ecology and Sociobiology 68: 1403-1417.

Ridout, M. S. and M. Linkie. 2009. Estimating overlap of daily activity patterns from camera trap data. Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics, 14(3): 322-337.

R Development Core Team (2008) R: A language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.

王穎。1992。玉山國家公園瓦拉米地區中大型野生哺乳動物之棲地、習性 及族群動態調查(一)。內政部營建署玉山國家公園管理處。

王穎。1993。玉山國家公園瓦拉米地區中大型野生哺乳動物之棲地、習性及族群動態調查(二)。內政部營建署玉山國家公園管理處。
毛俊傑、陳子英。2009。烏石鼻海岸自然保留區動、植物資源及群聚之研究。農委會林務局。
方引平、陳至瑩。2012。林務局歷年自動照相設備資料初探。野生動物保育彙報及通訊。16卷3期。P26 - 29。
古馥宇。2018。台灣水鹿之相對族群量指標開發與評估。國立屏東科技大學野生動物保育研究所碩士論文。
林良恭。2008。樂樂地區鳥類及哺乳動物監測調查暨生態教育宣導。內政部營建署玉山國家公園管理處。
林良恭。2009。玉山國家公園郡大觀高地區生物資源調查。內政部營建署玉山國家公園管理處。
林良恭。2010。玉山國家公園郡大溪流域地區生物資源勘查。內政部營建署玉山國家公園管理處。
林良恭。2011。南橫玉穗流域生態暨人文資源初探及規劃。內政部營建署玉山國家公園管理處。
林曜松、劉炯錫。1991。南澳湖泊闊葉樹林自然保護區動物相調查研究。台灣省農林廳林務局.
李玲玲。2007。玉山國家公園南二段地區中大型哺乳動物調查暨台灣水鹿族群監測計畫。內政部營建署玉山國家公園管理處。
吳海音。2003。玉山國家公園東部園區大型哺乳動物監測計畫。內政部營建署玉山國家公園管理處。
吳海音。2004。玉山國家公園東部園區中大型哺乳動物監測計畫。內政部營建署玉山國家公園管理處。
吳海音、施金德。2007。玉山國家公園東部園區中大型哺乳動物監測計畫(二)。內政部營建署玉山國家公園管理處。
吳海音。2008。玉山國家公園東部園區南安至抱崖哺乳動物監測及與人類活動的關係。內政部營建署玉山國家公園管理處。
陳怡君。2002。玉山國家公園大分至南安地區野生哺乳動物之相對豐富度調查。內政部營建署玉山國家公園管理處。
姜博仁。2010。玉山與塔塔加地區中大型哺乳動物與生物多樣性之長期監測計畫。內政部營建署玉山國家公園管理處。
姜博仁。2011。玉山地區中大型哺乳動物與生物多樣性之長期監測計畫。內政部營建署玉山國家公園管理處。
姜博仁。2015。鹿林山野生動物重要棲息環境野生動物資源調查。行政院農委會林務局嘉義林管處。
姜博仁。2017。塔山野生動物重要棲息環境野生動物資源調查。行政院農委會林務局嘉義林管處。
翁國精。2009。玉山國家公園新康山區暨南二段中大型哺乳動物調查計畫。內政部營建署玉山國家公園管理處。
翁國精。2010。玉山國家公園新康山區中大型哺乳動物監測暨水鹿族群生態調查。內政部營建署玉山國家公園管理處。
翁國精、劉建男、許皓捷。2016。鼬獾生態學及族群密度評估。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局。行政院國家科學技術發展基金管理會補 助計畫。
翁嘉駿，翁國精，許皓捷。2017。鼬獾族群變動長期監測及共域食肉目動物調查。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局。

1101158

郭耀綸、楊勝任。1991。浸水營闊葉樹自然保護區植羣生態之研究。 台 灣省農林廳林務局。
楊國禎。2010。玉山國家公園楠梓仙溪林道地區動植物資源監測調查計畫 (99)。內政部營建署玉山國家公園管理處。
楊國禎。2011。楠溪森林動植物生態資源物候調查計畫。 內政部營建署 玉山國家公園管理處。
黃美秀。2004。玉山國家公園楠梓仙溪地區中大型哺乳動物族群之先期監 測計畫。內政部營建署玉山國家公園管理處。
裴家騏、姜博仁。2002。大武山自然保留區和周邊地區雲豹及其他中大型 哺乳動物之現況與保育研究(一)。行政院農業委員會林務局保育研究 系列90-6號。

1101158

野生動物長期監測系統之優化與資料整合計畫(1/4)

期末報告書

110農科-7.2.6-務-e1

執行單位：國立屏東科技大學、國立嘉義大學、中央研究院

計畫主持人：翁國精

共同主持人：劉建男、端木茂甯

計畫助理：古馥宇、劉士豪、沈祥仁、黃慎雯、吳立越、李思賢、劉璟儀、張俊怡、李金穎

中華民國110年12月

1101158

摘要

野生動物資源的經營管理需要長期的野生動物監測，以掌握野生動物資源的變化。本計畫目標在建立涵蓋台灣、蘭嶼、綠島的自動相機長期監測網，並開發自動相機資訊管理系統，提供保育行政與狩獵管理的參考。2015 年起至今已有 183 個長期監測樣點，另自 2019 年開始在 10 個保護留區陸續設立 60 個保護留區樣點、以及自 2020 年開始針對大型哺乳類設立 54 個相機樣點，三類型的相機樣點合計有 297 個。自 2015 年起迄今，183 個長期監測樣點的成果顯示鼬獾與石虎的相對豐度顯著逐年下降，野豬、白鼻心、麝香貓、穿山甲與貓則維持平穩，其餘 9 種物種（含自由活動犬隻）皆顯著逐年上升。主要的狩獵目標物種山羌、野山羊、水鹿及野豬在有狩獵活動之樣點的相對豐度皆顯著高於無狩獵活動之樣點，顯示狩獵活動對動物之豐度及存續尚無負面影響。野生動物與犬隻、家貓的共域情形普遍，其中石虎歷年曾出現的樣點更是全部皆曾拍攝到自由活動犬隻；穿山甲則是唯一每月相對豐度與自由活動犬、貓都呈顯著負相關之物種。

自動相機資訊管理系統的開發方面，本年度 TaiBIF 團隊已完成單機版上傳介面功能開發及測試，包含影像檔瀏覽與管理、影像資料的標註與上傳功能，亦已完成至全台 8 個林管處辦理上傳介面的教育訓練，並針對部分意見回饋調整和優化系統功能；而為配合上傳介面的開發及因應篩選分析需求，亦已調整系統的資料庫架構，將原本系統中的 MongoDB 轉換成關聯式資料庫系統 PostgreSQL，全部採用 Python 程式語言撰寫。本年度亦完成 2020 年 9 月以前的舊資料清理及匯入至新系統，雲端系統亦持續維持功能正常運作之狀態。

明年度預計規劃的優化項目，將以單機版上傳介面的 UI 介面設計與 UX 使用者體驗進行優化和新增部分功能為主，使操作流程更接近使用者使用 excel 整理資料及電腦整理照片的操作邏輯和習慣；也將持續解決使用上傳介面過程中發現的功能錯誤 (bug)。另為提升資料搜尋的效能，將持續評估確認是否有搭配 Apache Solr 索引系統加快搜尋速度的最佳效能解決方案。

目錄

一、前言----------8
二、計畫目標----------14
三、重要工作項目及實施方法----------14
1. 自動相機監測----------14
2. 中大型食肉目及偶蹄目出現熱點盤點與增設監測點位-------17
3. 自動相機現地調整與教學----------17
4. 自動相機資訊管理系統開發----------18
四、預期效益----------20
五、期中與期末評核標準----------20
六、結果與討論----------21
1. 自動相機監測----------21
1.1 資料回收狀況----------21
1.2 長期監測網 183 台樣點----------21
樣本數與資料合理性----------21
野生動物相對豐度----------22
野生動物與犬貓共域情形----------22
石虎相對豐度下降原因探討----------24
狩獵活動與野生動物豐度之相關性----------26
利用佔據模型評估偵測率及佔據率可行性----------27
1.3 保護留區及野生動物重要棲息環境 60 台樣點----------28
1.4 中大型食肉目及偶蹄目 54 台樣點----------29
2. 中大型食肉目及偶蹄目出現熱點盤點與增設監測點位-------30
3. 自動相機現地調整與教學----------30
4. 自動相機資訊管理系統開發----------31
4.1 單機版資料標註與上傳介面開發----------31
4.2 系統後端與資料庫調整----------33
4.3 教育訓練----------34
4.4 雲端系統維運----------34
4.5 結論與未來發展----------35
七、參考文獻----------36

1101158

附錄一 長期監測樣點各哺乳類監測成果短評----------73
偶蹄目
A 台灣水鹿----------73
B 山羌----------78
C 台灣野山羊----------83
D 台灣野豬----------88
食肉目
E 鼬獾----------93
F 黃喉貂----------98
G 黃鼠狼----------103
H 白鼻心----------108
I 麝香貓----------113
J 食蟹獴----------118
K 石虎----------123
L 貓----------128
M 台灣黑熊----------133
N 狗----------138
鱗甲目
O 穿山甲----------143
靈長目
P 台灣獼猴----------148
附錄二 各保護留區相機樣點及各哺乳類 OI 值----------153
附錄三 新增設之中大型食肉目與偶蹄目樣點各哺乳類 OI 值-------173
附錄四 動物監測相機常見狀況及排除方法----------175
附錄五 2021 年相機調整進度表----------179
附錄六 自動相機教育訓練計畫書----------181
附錄七 自動相機教育訓練簽到表----------184
附錄八 自動相機資料庫系統單機介面回饋意見整理----------193
附錄九 期中審查意見與回覆----------196

表目錄

表 1。全國自動相機監測網歷年累計相機樣點數----------39
表 2。2015 年 9 月至 2021 年 8 月間有拍攝到石虎的 28 臺相機點位----40
表 3。2015 年 9 月至 2021 年 8 月各種動物每月 OI_3 對月份進行線性迴歸分析所得之係數估計值（Beta）與 P 值----------41
表 4。石虎 2019 年 3-5 月(春季)資料以不同日數為單元進行佔據率與偵測率的估算結果----------42
表 5。石虎 2019 年 6-8 月(夏季)資料以不同日數為單元進行佔據率與偵測率的估算結果----------42
表 6。石虎 2019 年 9-11 月(秋季)資料以不同日數為單元進行佔據率與偵測率的估算結果----------42
表 7。麝香貓 2019 年 3-5 月(春季)資料以不同日數為單元進行佔據率與偵測率的估算結果----------43
表 8。麝香貓 2019 年 6-8 月(夏季)資料以不同日數為單元進行佔據率與偵測率的估算結果----------43
表 9。麝香貓 2019 年 9-11 月(秋季)資料以不同日數為單元進行佔據率與偵測率的估算結果----------43
表 10。2021 年在 4 個林管處完成針對食肉目與偶蹄目監測的自動相機點位----------44
表 11。雪霸國家公園針對食肉目與偶蹄目監測的自動相機點位------45
表 12。2020 年 12 月到 2021 年 11 月間新聞媒體報導臺灣黑熊出現資料----------46
表 13。2009 到 2021 年間新聞媒體報導臺灣黑熊出現資料----------47

圖目錄

圖 1。長期監測網 183 台各海拔高度樣點----------49
圖 2。保護留區及野生動物重要棲息環境 60 台各海拔高度樣點------50
圖 3。2020 年起新增設之針對大型食肉目與偶蹄目 54 台監測樣點---51
圖 4。長期監測網、保護留區及針對大型食肉目與偶蹄目樣點合計之歷年每月回收資料相機數量----------52
圖 5。野生動物出現位置中有犬出現的比例----------53
圖 6。野生動物出現位置中有貓出現的比例----------53
圖 7。北部縣市樣點野生動物出現位置中有犬出現的比例----------54
圖 8。北部縣市樣點野生動物出現位置中有貓出現的比例----------54
圖 9。中部縣市樣點野生動物出現位置中有犬出現的比例----------55
圖 10。中部縣市樣點野生動物出現位置中有貓出現的比例----------55
圖 11。南部縣市樣點野生動物出現位置中有犬出現的比例----------56
圖 12。南部縣市樣點野生動物出現位置中有貓出現的比例----------56
圖 13。東部縣市樣點野生動物出現位置中有犬出現的比例----------57
圖 14。東部縣市樣點野生動物出現位置中有貓出現的比例----------57
圖 15。2015 年 9 月到 2021 年 8 月石虎、犬、貓及食物來源(鮑形目及鼠科鼠類、臺灣野兔、松鼠科及所有小型哺乳類)的 OI 值----------58
圖 16。以拍攝到石虎的 28 個相機樣點資料分析犬與石虎活動重疊度----------59
圖 17。犬的出現對石虎出現時間間隔的影響----------60
圖 18。以拍攝到石虎的 28 個相機樣點資料分析貓與石虎活動重疊度----------61
圖 19。貓的出現對石虎出現時間間隔的影響----------62
圖 20。長期監測網 183 台相機樣點各哺乳類物種在有狩獵活動的樣點與無狩獵活動的樣點之年平均 OI_3 比較----------63
圖 21。2009 年到 2021 年間學術研究或新聞媒體報導臺灣黑熊出現之地點----------66
圖 22。單機版上傳介面主要功能畫面----------67
圖 23。資料上傳進度區及標註/上傳狀態顯示----------67
圖 24。連拍自動補齊分組呈現----------68

圖 25。單張影像的放大瀏覽功能----------68
圖 26。影像資料標註欄位的下拉式選單及自由填寫功能----------69
圖 27a。複製影像的「複製一列」功能----------69
圖 27b。複製之影像編號呈現方式----------70
圖 28。複製內容之功能操作方式----------70
圖 29。至各林管處辦理教育訓練情形----------71
圖 30。教育訓練回饋問卷統計—操作流程介紹說明是否清楚明瞭---72
圖 31。教育訓練回饋問卷統計—上傳介面是否符合使用需求---------72

一、前言

緣起

野生動物資源的經營管理需要長期的動物相對豐度監測資料，以掌握野生動物資源的變化。全台灣目前有22個自然保留區、20個野生動物保護區、37個野生動物重要棲息環境、9個國家公園、1個國家自然公園及6個自然保護區，其中大部分為林務局所轄管。各保護留區在成立之後，雖或多或少進行過動植物資源調查，建立基礎動植物相資料，但絕大多數保護留區缺乏長期監測資料，無法得知動植物資源的時空變化，因此難以進行有效的經營管理措施。就全國的角度而言，亦無長期且穩定的野生動物監測系統能提供各項政策擬定及成效評估的參考。

林務局所轄國有林班地為野生動物重要棲息地。為了解林班地內(包括保護留區)的野生動物分布及相對豐富度，林務局各林區管理處暨所屬工作站自2001年起即在轄區內架設紅外線自動相機進行調查。雖然林務局要求各林管處定期彙整及繳交各工作站所拍攝之自動相機照片資料，但由於某些因素導致資料缺失、相機故障或時間設定問題、相機架設地點資訊不明、拍攝角度不對或拍攝視野環境過於雜亂等問題，導致各工作站之相機資料品質參差不齊，資料亦缺乏系統性的整理。而為因應狂犬病疫情，林務局自2015年起於台灣本島逐步建立自動相機長期監測網監測鼬獾及共域食肉目動物之豐度變化，為國內首個系統性規劃且具規模的自動相機監測網。本計畫利用現有之自動相機長期監測網，強化資料品質與穩定度、提高相機妥善率、達成資料標準化與雲端倉儲、整合現有林班地(包括保護留區)及原住民傳統領域內之相機資料，以標準作業流程，呈現林班地內野生動物相對豐度之變化概況，以提供保育行政與野生動物經營管理之參考資訊。

前人研究概況

自動照相機在台灣及世界各地已被廣泛利用在中大型哺乳動物的調查與研究，自動相機能夠在標準化及無人模式的作業程序下，量化地紀錄中大型哺乳動物的分佈與其他生態資訊。台灣應用自動相機的調查或研究已

有將近三十年的歷史，但這些調查及研究在不同時間，於不同地區以類似卻不一致的方式進行。以玉山國家公園範圍內為例，如王穎(1992, 1993)、陳怡君(2002)、吳海音(2003、2004、2008)、吳海音及施金德(2007)、李玲玲(2007)、林良恭(2008、2009、2010、2011)、翁國精(2009、2010)、姜博仁(2010、2011)及楊國禎(2010、2011)等，分別於不同時間在國家公園內的不同地點執行，使得野生動物豐度的資訊難以整合，也難以看出變化趨勢。

目前台灣唯一針對哺乳動物的監測網絡，為林務局在2014年狂犬病爆發後，於全台海拔1500公尺以下建立的監測樣站（翁嘉駿等，2016），以及2017年於海拔1500公尺以上增設監測樣站，每個監測樣站各有一台紅外線自動相機，至今已共有183個樣站及相機（不包含保護留區相機及針對水鹿、黑熊架設之相機，圖1）。監測成果提供了豐富的鼬獾及其他食肉目動物的生態學資料。長期且穩定的監測網路可以提供豐富的動物相對豐度變化情況與生態學資訊，做為經營管理的參考。

雖然此監測網路的監測目標原以鼬獾及其他食肉目動物為主，但相機之架設高度調整之後，亦可拍攝到偶蹄目動物，且可供物種辨識，是值得繼續利用的長期監測網。此外，各林管處目前已於各類型保護區架設自動相機，做為監測保護區動物相對豐度變化的工具。而各林管處亦積極輔導原住民狩獵自主管理，更需要有系統地收集各原住民獵區範圍內的野生動物豐度資訊,以做為狩獵量管理之依據。如能將這些自動相機之操作方式、資料格式、指標分析等標準化，將可納入中大型哺乳動物長期監測網，提供動物長期變動的趨勢，做為擬定保育策略之參考。

長期監測網相機架設歷史

2013年10月起為因應狂犬病疫情,由林務局、特有生物研究保育中心、家畜衛生試驗所、屏東科技大學、嘉義大學及臺南大學共同執行鼬獾及其他食肉目動物主動監測，於苗栗、南投、台東各20個樣點架設自動相機，以監測各種食肉目動物之相對豐度。樣點之選取方式為：(1) 先在苗栗、南投、台東三個縣各隨機產生100個1 × 1 km網格；(2) 將每一縣的100個隨機網格與鼬獾空間分布預測圖套疊，篩選出可能出現鼬獾之網格。樣區

1101158

選取流程中所採用的鼬獾空間分布預測圖是以特生中心歷年野生動物調查成果為基礎所建立。自1993年1月至2013年6月止，特生中心總計累積了2,203筆鼬獾調查紀錄，共有451個空間分布點。在全臺灣1 × 1 km網格系統中，這些分布紀錄點可以對應到297個1 × 1 km網格；(3) 可能出現鼬獾之隨機網格中，再刪除海拔1,500 m以上或無道路（包括公路系統、農路、林道、產業道路）可及之樣點，以提高拍攝到鼬獾之機率，並方便現場巡視人員作業；(4) 篩選出1,500 m以下且道路可及之樣點後，再從每個縣隨機選出20個位於林班地內（即排除私有地），且樣點之間最近距離大於8 km的樣點做為主動監測樣點，合計三個縣共60個樣點。

2015年8月起至2016年8月，林務局再次依照上述步驟，於全國設置104個長期監測樣點（含2013年於苗栗、台東建立之40個樣點），另特有生物研究保育中心自2014年10月至2016年1月於南投設立27個樣點（含2013年建立之20個樣點），合計全國共有131個樣點。累計自2013年之監測成果所建立的食肉目動物分布模型（翁國精等，2016）表現甚佳，無論鼬獾、白鼻心、食蟹獴或麝香貓，任一環境資料解析度的分布模型ROC (receiver operating characteristic)曲線以下面積(area-under curve, AUC)，均介於0.77-0.93，遠高於隨機猜測之數值0.5。AUC愈高，表示模型愈能預測物種的空間分布。鼬獾與白鼻心及食蟹獴的分布機率之相關性很高，與麝香貓的相關性則稍低。鼬獾與白鼻心及食蟹獴分布機率的相關性達0.79，與麝香貓的相關性亦有0.65。亦即鼬獾分布機率高的地區，出現這些動物的機率也高（翁國精等，2016），因此這些樣點可有效監測低海拔之食肉目動物。

2017年起，為了將監測樣點擴展至高海拔地區，林務局以相同的選取步驟在海拔1500 m以上地區逐步增設46個樣點。2018年起，為了將監測目標擴展至偶蹄目動物，本計畫依照動物出現狀況檢討樣點之適宜性，並調整相機之高度、角度等，以提高每個樣點的拍攝效率。2019年再於蘭嶼、綠島各增設6台相機，並於檢討拍攝成果與相機密度後，於2020年3月各移除3台相機，合計離島共有6台相機。此外，2019年本計畫亦盤點各林管處自行於各保護留區架設之相機，檢討架設位置、拍攝成果等因素，將66台保護留區之相機納入全島監測網中，惟其中6台相機亦屬於2018年之前本

計畫所設立之相機，因此新加入全島監測網之保護留區相機實際上為60台（圖2）。

累計歷年之拍攝成果，偶蹄目動物及分布海拔較高之食肉目動物（黃鼠狼、黃喉貂）皆有相當數量的相機拍攝到，顯示目前之相機分布能掌握偶蹄目與食肉目動物之相對豐度與分布之變化。惟稀有或分布地區受限之物種（如小黃鼠狼、石虎、黑熊、水獺等）需各別設計樣點位置或相機架設方式才能有效監測。因此，去年（2020）開始特別針對黑熊、水鹿等大型哺乳動物增設相機，截至目前為止共累計新增54台針對黑熊與水鹿的監測相機（圖3）。合計目前全國監測網共有297個監測樣點（表1）。

由於保護留區相機之架設是針對各保護留區而非從全島隨機選取樣點，針對大型哺乳動物監測相機也是直接選擇有較高機率拍攝到黑熊及水鹿樣點所架設，因此本報告將 (1) 2019年之前所建立之樣點(183台)、(2)保護留區樣點(60台)，與(3)黑熊及水鹿監測樣點(54台)三者各別分析。以下所稱「長期監測網」相機乃指2019年6月為止架設之183台相機。

自動相機資訊管理系統開發

過去國內自動相機資料欠缺整合的平台，也欠缺對相關調查計畫、拍攝影像及影片的管理機制，以致於難以整合不同計畫所收取的資料，也無法即時提供分析結果以支援及評估保育決策，隨著近幾年自動相機資料持續且快速地累積，對相關資料與資訊妥善地進行倉儲、管理與整合，便成為影響資料應用價值的重要關鍵。

為此，於2018至2019年，農委會特有生物研究保育中心委託中央研究院生物多樣性研究中心的臺灣生物多樣性資訊機構（TaiBIF 團隊），建置完成「臺灣自動相機資訊系統」(https://camera-trap.tw/)，提供一雲端資料整合及資訊管理平台，藉由資料上傳、編輯、影像瀏覽與標註等工具，支援從自動相機影像檔案的倉儲、影像與計畫資訊的擷取及管理、計畫及資料的篩選與下載，到資料的分析及計畫的管考。使用者可以上傳照片及影片到系統中，在習慣的Excel表格介面進行鑑識資料的登打及修訂；影像及影片可以自動播放，讓資料編輯工作可以流暢地進行。使用者若偏好原本桌面應用程式的操作習慣，亦可在照片上傳至系統後，下載照片資料的

CSV或Excel檔案離線進行編輯，完成後再將文字資料上傳至系統中。系統也提供資料篩選與基本的計算分析功能。使用者可以依照計畫名稱、資料收集時間與地點、標註的物種等資訊進行資料的搜尋與篩選。所篩選出的資料可以下載，也可以於系統上計算包括相機工作時數及各類 OI 值等數值，並以圖表顯示計算結果。

計畫管理與管考功能方面，系統提供計畫、樣區、相機位置、相機，以及資料收取行程的管理，使用者可以新增這些項目，並編輯各項目下的細項資訊。使用者在計畫總覽頁面可以瀏覽自己所屬的各計畫，以及所有於系統中開放瀏覽使用的計畫，或依照計畫名稱、計畫時間及計畫中標註的物種等資訊進行篩選。各計畫的首頁中顯示影像收取與物種標註的進度狀況，並可產生每月的資料繳交進度報表，協助計畫管考。目前系統中已包含有從2009年至2020年9月共40個研究計畫、4,274,584筆資料、3,021,832筆多媒體檔案 (影片或照片)，涵蓋全台 276 個樣區、2,258個相機位置。

此系統利用雲端服務降低開發跟維護的人力，成功地將過去自動相機資料生命週期中各階段的工作統整於單一平台、提供支援各項工作的線上工具，並確保相關資料與資訊得以在一致的結構與格式下進行倉儲及後續利用。自2020年起，TaiBIF 團隊舉辦數次教育訓練，指導各林管處同仁使用該系統，並將歷年長期監測系統累積之照片上傳至臺灣自動相機資訊系統中，以利野生動物長期監測系統未來在照片資料倉儲、查詢、統計、管考等工作的執行。

然而經過一年的實務操作，雖然這套系統在一般網路環境下能使用無礙，但在林務局林管處及工作站的第一線人員操作這套系統時，卻受限於網路頻寬不佳，無法順暢於線上操作系統，或甚至無法完整上傳大量影像資料。因此，目前仍委由 TaiBIF 團隊由後端上傳歷年累積之照片至自動相機資訊系統上。此外，由於目前系統的設計支援整個資料生命週期中各階段參與人員的使用，提供的功能多樣，又加上當初設計時希望盡量擷取相關資訊，以致介面的操作相對複雜，所需填寫的內容相對繁複。雖已提供詳盡的操作說明手冊，並盡量減少必填資訊，但使用者仍多反映希望簡化操作介面。同時，相對完整的資訊擷取也造成系統後端資料結構複雜，

增加系統維運及後續功能優化上的困難。

最後，除了支持科學研究與決策的價值外，自動相機影像與資料在對一般民眾傳遞自然環境與生物多樣性的重要性上，以及對於學校教育的應用上，也具有極高的潛力，值得進一步探索支援相關應用的可能性。目前擬解決的問題重點有: 1) 解決目前系統在網路不佳之環境下的操作問題，以確實支援第一線工作人員的使用需求;2) 優化系統前端的操作介面及簡化後端的資料結構，以提升系統操作及管理上的便利性；以及3) 提升系統的應用，除強化資料分析與計畫管考功能外，並探索支援學校課程教學及科普教育推廣的應用性。

二、計畫目標

全程計畫目標

1. 於台灣及離島設立紅外線自動相機長期監測網，針對食肉目及偶蹄目動物進行監測，提供動物相對數量變化的動態與長期趨勢，做為保育行政與狩獵管理的參考。
2. 提供社會大眾、學者專家及管理單位公開的野生動物資源變化資訊，以利民間、學界、政府三方在野生動物保育及狩獵管理方面的溝通與政策依據。

本(110)年度目標

1. 持續檢討並調整各林管處之自動相機數量、位置、拍攝狀況等，以維持資料品質與穩定性。
2. 開發自動相機資訊管理系統單機版介面。
3. 優化自動相機資訊管理系統。
4. 針對各林管理處相關人員辦理系統操作培訓。

三、重要工作項目及實施方法

1. 自動相機監測

動物相對豐度分析

本計畫沿用「鼬獾族群變動長期監測及共域食肉目動物調查」計畫（翁嘉駿等，2017）所架設的紅外線自動相機及其後陸續增設之相機共183台(海拔1000公尺以下地區118台、海拔1000-2000公尺地區60台、海拔2000公尺以上5台)進行食肉目及偶蹄目、靈長目、鱗甲目動物的監測，各林管處自行架設之保護留區相機60台與針對黑熊及水鹿之54台相機則另外各別分析。

1101158

本計劃採用的動物相對豐度指標為OI_3(1hr)。本指標是古馥宇(2018)修正自OI（occurrence index, 裴家騏及姜博仁，2002）的新指標，新指標的計算方式為：(一物種在某相機樣點的有效照片數/該樣點的總工作時數) x 1000小時；而有效照片之定義為：(a)自第一張動物照片起1小時內所有同物種的照片皆不計算，超過1小時之後的第一張同物種照片計算為第二張有效照片，並由此張照片起1小時內的所有同物種照片皆不計算，依此類推；(b)不分辨個體，亦不計算同一張照片內之個體數。

採用OI_3(1hr)的原因有三：(1)此指標與絕對族群量估計值相關係數達0.764，高於原始定義之OI值(OI_1)之0.748；(2) OI_3(1hr)之變異係數(coefficient of variation)為0.399，低於原定義OI之0.409 (古馥宇，2018)，表示在相同動物豐度的情況下，OI_3(1hr)的變異量較原始OI更低，表現較穩定；(3) 由於OI_3(1hr)不需要辨識個體，避免了原始OI在辨識個體上需依賴完整清晰的照片的情況，也避免了人為誤差在辨識個體上造成的變異。本監測成果與歷年「鼬獾族群變動長期監測及共域食肉目動物調查」成果整合，呈現歷年各種中大型哺乳動物相對豐度的變化。

監測點位石虎出現頻度指數(OI值)下降原因探討

影響石虎OI值的生物性因子有犬、貓等外來種天敵或競爭者，以及食物資源的多寡等。本計畫從2015年9月至2021年8月的相機照片資料中，擷取有記錄到石虎的28個相機樣點資料(表2)進行分析，犬、貓及食物資源對石虎的影響分別以時間尺度及空間尺度進行探討。

1. 犬的影響：

(1) 以時間尺度，探討兩個物種活動時間的重疊度。將一日分為24小時，分別計算犬及石虎每1個小時的相對活動量，然後以核密度估計法(kernel density estimation) (Ridout and Linkie, 2009)估算兩個物種日活動模式的機率密度函數(probability density function)，再計算兩個物種的活動重疊係數(coefficient of activity overlap, △1, Ridout and Linkie, 2009; Monterroso et al., 2014)。兩個物種的活動重疊係數△1介於0到1之間，△1=0代表兩個物種活動完全沒有重疊，△1=1代表兩個物種活動完全重疊。本計畫依照Monterroso et al., (2014)以食肉目動物為研究對象的定義方式，將兩個物種

活動重疊係數△1 ≤0.5視為低度重疊，0.5<△1≤0.75視為中度重疊，△1>0.75視為高度重疊。相關分析以R軟體(R Development Core Team, 2008)執行。

(2) 以時間尺度，探討犬的出現會不會影響石虎在該樣點出現時間。假設犬在相機樣點出現後，石虎會延後在該樣點的出現時間，如果屬實，預期連續兩次石虎出現中間有犬出現的時間間隔會比連續兩次石虎出現中間沒有犬出現的時間間隔長。本計畫將兩次石虎出現的時間間隔分為有犬或沒有犬出現，以曼惠特尼U檢定(Mann-Whitney U test)進行分析，顯著值設為0.05。

(3) 空間尺度部份，另外假設犬在一個樣點的出現，石虎會降低在該樣點的活動頻度。如果屬實，預期犬的OI值越高的樣點，石虎的OI值會越低，兩者呈現負相關。2015年9月至2021年8月的照片資料，以3個月為1個周期，計算每一個相機樣點每一周期犬及石虎的OI值，以斯皮爾曼等級相關(Spearman’s Rank-Order Correlation)進行檢定。

2. 貓的影響，同上述三種方法進行分析。

3. 食物資源的影響，假設石虎OI值會受到食物資源的影響，預期當一個樣點食物資源OI值越低時，石虎OI值也會越低，兩者呈現正相關。本計畫相片資料中，鳥的資料並無完全辨識到雉雞科(許多相片只寫鳥)，因此鳥的部分沒有進行分析。石虎的食物資源分別以鮑形目及鼠科鼠類、臺灣野兔、松鼠科及所有小型哺乳類(上述三個類別總合)等4個類別進行分析。將2015年9月至2021年8月的照片資料，以3個月為1個周期，計算每一個相機樣點每一周期石虎及每個食物資源類別的OI值，以斯皮爾曼等級相關(Spearman’s Rank-Order Correlation)進行檢定。

利用佔據模型評估偵測率及佔據率可行性

本計畫針對石虎或麝香貓等2個較稀有的物種，進行相機資料結合佔據模型來評估偵測率及佔據率的可行性評估。本年度以低海拔相機(1500公尺以下) 2019年3-11月的自動相機資料來進行分析，將資料分成春(3-5月)、夏(6-8月)、秋(9-11月)等3個單一季節來分別探討。首先檢視原始資料，將無效資料手動篩選移除後，將物種資料進行轉換，某特定物種有出現設為

1，沒有出現設為0。

在資料篩選後，最後納入分析的相機共183台。使用R的tidyverse套件將物種出現的資料以3、5、7、9天為時間單位來進行表格的整理之後，放入program PRESENCE軟體來進行分析，針對偵測率及佔據率的可行性評估。由於在program PRESENCE的運算過程中，會不斷利用最大似然率的概念來嘗試尋求最佳的解釋，如果無法找到最佳解或是有太多可能的解，便會造成錯誤。分析錯誤的判斷會以program PRESENCE中回報的significant digits(下表皆以資料顯著性為替代)當作依據，如果分析結果為小於預設值7，則表示結果較不適合被採信。

2. 中大型食肉目及偶蹄目出現熱點盤點與增設監測點位

由於現有之相機當中，大部分是沿用自2014年「鼬獾族群變動長期監測及共域食肉目動物調查」所架設之相機，在調整高度及角度之後持續使用。雖然大部分物種之拍攝點位都相當充足，但仍非針對大型偶蹄目（如水鹿）及食肉目（如黑熊）架設。因此，本計畫(1)蒐集民國98年至今之台灣黑熊的點位分布資料，包括中大型哺乳類調查相關之文獻及新聞媒體報導，提供本計畫中大型哺乳動物監測樣點的選定參考；(2)與林管處討論潛在的長期監測樣點，確認可行性後，協助各林管處選擇樣點及架設自動相機。由林管處同仁定期更換相機記憶卡、完成物種辨識及資料輸入。

3. 自動相機現地調整與教學

依照動物出現狀況、拍攝角度與範圍、照片品質等，檢討相機架設位置及周圍環境是否需要調整，由研究人員至現場調整相機，並指導現場工作人員有關架設相機應注意之事項。依據「鼬獾族群變動長期監測及共域食肉目動物調查」計畫執行之成果，估計需調整之相機約20台。

配合原有長期監測網之相機調整及各保護留區之相機架設，本團隊將輔導各相機負責人員相機架設與資料回收方式，以培養負責人員獨立作業能力，並確保資料品質。

4. 自動相機資訊管理系統開發

4.1 開發單機版資料標註與上傳介面

a. 介面功能與開發

單機版介面包含(1)影像檔瀏覽與管理、(2)影像資料標註、(3)影像與標註資料上傳至系統、(4)影像標註與上傳進度管理等主要功能。資料管理與上傳的前端介面，TaiBIF 團隊原先規劃利用 Electron + React + Maturial UI 跨平台 (Windows、Mac OS X、Linux) 技術的堆疊進行開發，但後經考量各林管處主要使用Windows作業系統，暫時並未有跨平台的需求，且為強化上傳介面效能，改採用 Python Tkinter模組技術進行單機版上傳介面的開發，由於Tkinter是Python自帶的圖像化使用者介面 (GUI) 套件，功能較簡單但效能更佳。

b. 影像檔瀏覽與管理

前端檔案瀏覽管理介面類似Windows系統中的檔案總管，以減少使用者熟悉介面所需時間。

c. 影像標註

影像標註功能將沿用線上介面的物種下拉選單，另外也將保留連拍自動補齊等目前線上介面的功能。

d. 資料處理與上傳

部分影像處理 (例如製作縮圖) 跟上傳功能是利用 Electron 前端介面呼叫後端 Python 程式。上傳資料時使用 aws s3 command 指令，減少網頁伺服器負擔。檔案採用個別照片依續上傳，如果因為網路連線問題上傳失敗，系統會於下次網路重新連線後再自動從上次失敗的地方開始續傳。

e. 影像標註與上傳進度管理

新的介面以標籤註記的方式顯示各影像檔是否已經完成資料標註與上傳。

4.2 重新撰寫系統後端與資料庫系統

a. 資料庫結構調整

本年度配合單機版的開發，調整目前系統的資料庫結構，以關聯式資料庫

系統 PostgreSQL 取代目前系統中的 MongoDB，因為關聯式資料庫強調資料的完整性，資料格式較容易維持一致，不容易出錯。

b. 資料搜尋效能提升

為提升資料搜尋的效能，一方面透過資料結構的調整及簡化，一方面於新建置的關聯式資料庫搭配 Apache Solr 索引系統加快搜尋速度。

c. 系統後端重構

後端 API 程式改用 Python 程式語言撰寫，並利用 Django Framework 所提供的現成套件，加速開發流程。Django 自帶的 ORM (Object-Relational Mapping) 可以讓 Python 程式跟關聯式資料庫緊密結合操作，Django Template Engine 也可減少繁瑣的前端介面開發。

4.3 教育訓練

本年度至各林區管理處分別辦理一場教育訓練，共計8場。除了示範系統的操作方式外，也協助林管處人員下載單機版介面免安裝程式檔。

4.4 雲端系統維運

繼續維運目前建置於雲端的系統，確保系統功能正常運作，並協助將2020年所新增自動相機照片與文字資料匯入系統。

四、預期效益

1. 建立國內第一套野生動物長期監測網路，並累積野生動物相對豐度之長期資料，支援保育決策與狩獵管理。
2. 提高野生動物監測工作之效率及資料品質。
3. 建立野生動物資源之公開資訊平台。
4. 提升目前自動相機資訊管理系統的效能與功能。

五、期中與期末評核標準

1. 期中評核標準

(1) 完成相機樣點選定
(2) 完成石虎與犬、貓及食物資源相對豐富度變化 1 個年度資料的相關性分析
(3) 完成系統後端資料庫架構改版
(4) 完成單機版資料上傳功能
(5) 完成單機版管理標註程式
(6) 完成長期監測網 10 台相機之現地調整與教學
(7) 完成 2021 年 2 月為止之自動相機照片資料分析

2. 期末評核標準

(1) 完成 20 個相機樣點的架設
(2) 完成石虎與犬、貓及食物資源相對豐富度變化相關性分析
(3) 完成結合相片資料及佔據模型來評估物種偵測率及佔據率的可行性
(4) 完成單機版開發及測試
(5) 完成各林管處共 8 場教育訓練
(6) 完成長期監測網 20 台相機之現地調整
(7) 完成至 2021 年 8 月為止之動物相對豐度分析

六、結果與討論

1. 自動相機監測

1.1 資料回收狀況

長期監測網 183 台、保護留區 60 台以及 2020 年起新增設之中大型食肉目及偶蹄目監測樣點 54 台，截至 2021 年 8 月為止，合計歷年來每月有回收資料之相機數量如圖 4。

1.2 長期監測網 183 台樣點

<u>樣本數與資料合理性</u>

統計拍攝到各目標物種之相機數，可發現出現在最多相機點位的物種為白鼻心（172 台，附錄一圖 H1）、山羌(171 台，附錄一圖 B1)以及鼬獾(169 台，附錄一圖 E1)；出現樣點數最少的則為黑熊（9 台，附錄一圖 M1）與石虎（21 台，附錄一圖 K1）。此外獼猴（160 台，附錄一圖 P1）與穿山甲（107 台，附錄一圖 O1）也被相當多的相機拍攝到。

本計畫的樣點選擇需考量實務操作上的限制，如交通、現場人員的工作時間、人力負荷，及限制於林班地內等條件，且長期監測網的樣點選擇是以鼬獾的可能出現網格為母體進行隨機抽樣。但上述結果顯示鼬獾的分布範圍相對其他食肉目動物更廣大，且分布海拔可由 0 m 至 3400 m（特有生物研究保育中心資料），因此其潛在分布範圍已涵蓋本計畫目標物種大部分的分布範圍。而除了少數稀有物種如黑熊及石虎之外，每個物種皆有 30 個以上的樣點，已可滿足基本的樣本數需求。在上述因素的綜合考量下，本計畫現有的相機應可合理反映全國林班地內的大多數哺乳類野生動物資源概況。

野生動物相對豐度

累計自 2015 年 9 月起至 2021 年 8 月底止，各種哺乳動物(包含 4 種偶蹄目、10 種食肉目以及穿山甲與獼猴共計 16 種)的拍攝位置、每月及每年平均相對豐度變化趨勢、三種海拔樣點的歷年豐度變化、與犬貓相對豐度的關係、活動模式等資訊皆呈現於附錄一。

本研究將各物種之每月全部相機平均 OI_3 分別對月份做線性迴歸，歸納各物種自 2015 年監測以來的豐度變化趨勢，結果如表 3。若將所有 183 台相機 OI_3 資料納入分析，則可發現水鹿、山羌、野山羊、食蟹獴、黃喉貂、黃鼠狼、黑熊、獼猴與遊蕩犬隻的相對豐度有顯著增加的趨勢（表 3），其中又以獼猴、黃喉貂、台灣水鹿與山羌四個物種的增加程度最大；鼬獾與石虎有顯著降低的趨勢（表 3）；野豬、白鼻心、麝香貓、穿山甲與貓則沒有顯著的變化趨勢（表 3）。除了以每月 OI_3 來檢驗豐度變化趨勢之外，將上述物種以年平均 OI_3 來呈現歷年的豐度變化也大致可看到相同的結論(附錄一，各物種個論之圖 4)。

由於以全部樣點的平均 OI_3 計算相對豐度的變化仍有可能會受到少數極端值的影響，為了能夠更細部地探究物種在不同區域的變化趨勢是否是普遍情況或者存在差異，本研究也針對僅有「歷年曾經拍攝到該物種」的樣點來分析：(1)物種在三種不同海拔高度(<1000 m、1000-2000m、>2000 m)樣點的年間 OI_3 變化趨勢(附錄一，各物種個論之圖 2)，以及(2)物種在每個樣點的歷年 OI_3 變化是否有顯著(附錄一，各物種個論之圖 5)。未來可針對特定的樣點分析可能造成相對豐度下降的原因，以便做出因應的管理措施。例如附錄一之圖 E5 顯示鼬獾 OI_3 顯著降低的樣點明顯以中部及中部以北縣市居多，表示鼬獾的整體豐度下降並非全島的趨勢；白鼻心也有類似的情況(附錄一圖 H5)，同樣以中部縣市樣點下降較多、南部與東部樣點則豐度多呈上升趨勢。

野生動物與犬貓共域情形

近年來犬貓對野生動物之危害引起廣泛討論，無論是直接的騷擾、攻擊、疾病傳染或是間接的食物資源與棲地競爭，犬貓都可能對野生動物造成莫大的危害，本計畫也曾於嘉義與綠島拍攝到犬隻追逐山羌的畫面。研

究分析犬貓的拍攝情形，發現遊蕩犬隻的 OI_3 及出現樣點數目自 2018 年開始有相當顯著的上升趨勢，雖然今年(截至 8 月)豐度有所降低(附錄一，圖 N4)，犬隻歷年來的相對豐度整體而言仍然是在顯著上升當中的(表 3)；貓則相對變化較不明顯(附錄一，L4)。野生動物與犬貓皆有相當程度的共域情形，與犬共域比例最高者為石虎(100%)及穿山甲(93.5%)，其後包括食蟹獴、麝香貓、白鼻心、鼬獾、山羌、獼猴、野豬等物種曾出現的樣點也都有超過八成同樣拍到過遊蕩犬隻（圖 5）；與貓共域比例最高者亦為石虎(61.9%)及穿山甲(50.5%)，再來是白鼻心、食蟹獴、鼬獾、山羌、麝香貓等物種（圖 6）。

為了探討犬貓與野生動物的共域情況是否存在區域性差異，以下再將長期監測網 183 台相機樣點以縣市區分為北、中、南、東四個區域:北部 45 台(台北市、新北市、桃園市、新竹縣、苗栗縣、宜蘭縣)、中部 57 台(南投縣、彰化縣、台中市、雲林縣、嘉義縣)、南部 27 台(台南市、高雄市、屏東縣)與東部 54 台(花蓮縣、台東縣)，結果如圖 7-圖 14。野生動物與狗共域的情況，南部與東部區域相較於北部和中部程度較低；不只是淺山物種，北部樣點的中高海拔物種如黑熊和水鹿與狗的共域程度也是比較高的(圖 7)；此外值得注意的是麝香貓在南部縣市與犬共域機率相對於其他地方來得低(圖 11)，其他容易受到遊蕩犬隻騷擾的中小型偶蹄目與食肉目野生動物如山羌、食蟹獴、鼬獾、白鼻心在各區域程度不等，但與狗共存的機率全部都超過或接近八成；數量稀少的穿山甲與石虎則是無論在哪個區域都是與狗共域程度最高的物種之一，在北部縣市穿山甲曾出現的 29 個樣點和 7 個石虎樣點、以及中部縣市的 14 個石虎樣點甚至全數都有記錄到遊蕩犬隻。與狗相比，貓與野生動物的共域比例相對較低，與貓共域程度最高的物種多為低海拔動物如石虎、麝香貓、穿山甲、白鼻心與食蟹獴，同樣是在北部縣市樣點有特別高的共域程度，如石虎 7 個樣點全數都有貓、穿山甲的 29 個樣點有 26 個曾拍攝到貓、麝香貓也有至少 77.8%的樣點與貓共域(圖 8)。中部、南部與東部縣市動物樣點與貓共域的比例則是都不高於 50%。

若將各野生哺乳類動物歷年之每月 OI_3 與犬、貓 OI_3 做相關性分析(附錄一，各物種個論之圖 7、圖 8)，會發現穿山甲是唯一與犬、貓都分別呈現顯著負相關之物種(附錄一 O，頁 143)。根據特有生物研究保育中心野

生動物急救站的統計，穿山甲近幾年的救傷案例持續上升，且其中受犬隻攻擊的案例比例逐年上升（鄭錫奇，私人通訊），本計畫相機也曾拍攝到尾部疑似受到犬隻攻擊受傷的穿山甲個體，顯示穿山甲受到犬貓危害的壓力可能逐漸上升中，需要特別關注。此外則是與犬貓共域比例最高的石虎，雖歷年每月 OI_3 與犬貓相關性分析尚未看出有顯著的相關，牠們的相對豐度是顯著逐年下降的（附錄一，圖 K2、K4），因此以下再特別擷取石虎歷年曾出現過的樣點細部分析，探討犬貓是否對石虎有影響。

<u>石虎相對豐度下降原因探討</u>

2015 年 9 月至 2021 年 8 月，以每 3 個月為 1 個周期，石虎、犬、貓及各個食物資源類別的平均 OI 值變動如圖 15。結果顯示，2016 年 3 月開始，小型哺乳動物的 OI 值顯著下降，推測 2016 年初的強烈寒流可能對野生動物產生不利的影響。小型哺乳動物的 OI 值到 2019 年 9 月之後，才回升到 2015 年末的水準。犬的平均 OI 值在 2019 年 9 月之後開始明顯增加，石虎及貓的 OI 值維持在較低的水準。以下分別針對犬、貓及食物資源對石虎的影響進行敘述：

1. 犬的影響

(1) 犬與石虎的日活動模式以核密度估計法估算各小時的活動機率密度結果如圖 16。石虎的日活動模式偏夜行性，在日落後及日出前有兩個活動高峰，白天偶有活動但活動量較少；犬則日間活動為主，日出後活動量提升、日落後則顯著降低活動量。兩個物種活動重疊係數為 0.51，95% 信賴區間為 0.45-0.57，屬於中度的重疊(Monterroso et al., 2014)。兩物種雖然活動重疊度僅略高於中等的標準，但當石虎遇到犬，仍有很高機會遭受犬攻擊。

(2) 石虎是否因為犬的出現而延後出現，結果如圖 17。結果顯示有犬出現的情形下，連續兩次石虎出現的平均時間間隔為 4725.1±871.4 小時(平均±1 SE, n=76)，顯著比沒有犬出現時連續兩次石虎出現的時間間隔(1612.9±267.7, n=113)長(Mann-Whitney U test, Z=-4.841, P<0.001)。這結果推測犬出現後，石虎會延後在該樣點的出現時間。

(3) 本計畫分析 28 個拍攝到石虎的樣點，以 3 個月為 1 個周期進行分析。扣除不足 3 個的資料，共有 553 個周期。同時有石虎跟犬出現的有 48

個，以這 48 個周期進行分析，結果顯示犬的 OI 值高低跟石虎的 OI 值高低沒有顯著相關(Spearman's rank correlation coefficient rho=-0.108, P=0.465)。這結果顯示，石虎不會因為樣點犬的活動頻度較高而顯著降低活動頻度。

(4) 綜合以上三項分析，石虎在活動時間上與犬有某種程度的錯開，當犬在某一樣點出現後，會延後在該樣點出現的時間，但石虎在空間上並沒有出現迴避犬的情形。推測石虎利用時間尺度來降低與犬的接觸，而非以空間上的躲避。

2. 貓的影響

(1) 貓與石虎的日活動模式以核密度估計法估算各小時的活動機率密度，結果如圖 18。石虎及貓都是以夜間活動為主，日間雖也也有活動但活動量較低。兩個物種日活動重疊係數為 0.81，95%信賴區間為 0.73-0.89，屬於高度的重疊(Monterroso et al., 2014)。

(2) 石虎是否因為貓的出現而延後出現，結果如圖 19。結果顯示有貓出現的情形下，連續兩次石虎出現的平均時間間隔為 8779.2±2485.6(平均±1 SE, n=24)小時，顯著比沒有貓出現時連續兩次石虎出現的時間間隔(2017.3±219.3, n=165)長(Mann-Whitney U test, Z=-3.678, P<0.001)。這結果推測貓出現後，石虎會延後在該樣點的出現時間。本次分析有貓出現的樣本數明顯比沒有貓出現的少，未來將持續累積資料，增加有貓出現的樣本數。

(3) 本計畫分析 28 個拍攝到石虎的樣點，以 3 個月為 1 個周期進行分析。扣除不足 3 個的資料，共有 553 個周期。同時有石虎跟貓出現的有 16 個，以此 16 個周期進行分析，貓的 OI 值高低跟石虎的 OI 值高低沒有顯著相關(Spearman's rank correlation coefficient rho=-0.242, P=0.367)。

(4) 綜合以上三個分析結果，石虎與貓的日活動模式有高度重疊，且活動空間上也不會因為貓的出現而有降低活動量的現象，然而，在有貓出現的情形下，石虎出現的時間拉長，推測可能是從時間尺度來降低競爭。

3. 食物資源豐富度的影響

鮑形目及鼠科鼠類跟石虎同時出現的 69 個周期中，鮑形目及鼠科鼠類的 OI 值高低跟石虎的 OI 值高低沒有顯著相關(相關係數 rho=-0.106,

P=0.386)。臺灣野兔跟石虎僅在 7 個周期同時出現，臺灣野兔的 OI 值高低跟石虎的 OI 值高低沒有顯著相關(相關係數 rho=0.683, P=0.091)。松鼠科跟石虎同時出現的 53 個周期中，松鼠科跟石虎的 OI 值高低跟石虎的 OI 值高低沒有顯著相關(相關係數 rho=-0.141, P=0.315)。全部小型哺乳類跟石虎同時出現的 86 個周期中，全部小型哺乳類的 OI 值高低跟石虎的 OI 值高低沒有顯著相關(相關係數 rho=-0.108, P=0.323)。上述結果顯示，石虎的 OI 值的變動，並非受到小型哺乳動物資源的影響，換言之，並非由下而上的控制(bottom-up control)。然而，本計畫在動物相片的辨識以哺乳類為主，許多鳥的照片並沒有辨識到物種，因此，雖然地棲性的鳥類(竹雞、臺灣山鷓鴣)等亦可能是石虎的重要食物來源，但本計畫無法針對地棲性鳥類進行分析。未來可針對地棲性鳥類的照片特別註明，以利後續分析。

狩獵活動與野生動物豐度之相關性

目前開放原住民狩獵的最大爭議在於狩獵活動是否影響野生動物的豐度及存續。本研究將 183 台長期監測網樣點當中曾經拍攝到獵人、以及經由各工作站森林護管員所回報有狩獵活動的相機樣點(目前累計已有 39 台)稱為有狩獵活動的樣點，其餘假設為無狩獵活動的樣點，比較野生動物在這兩類樣點的 OI_3。結果顯示有狩獵活動的樣點當中，水鹿、山羌、野山羊、野豬等四種主要狩獵目標物種的平均相對豐度歷年來幾乎都高於或不低於無狩獵活動的樣點（圖 20），此結果有可能是因為獵人選擇的狩獵區域原本就有較高的動物豐度。四種偶蹄目動物中，山羌與野山羊在有狩獵活動的樣點內的豐度皆為逐年上升，且上升趨勢比無狩獵活動的樣點更明顯；野豬在有狩獵活動樣點內的豐度變化較無狩獵樣點大，不過 2015 年至今並沒有達到統計上的顯著上升或下降趨勢，有狩獵活動的樣點豐度也持續高於無狩獵樣點；水鹿則雖然也是有狩獵活動的樣點豐度持續高於無狩獵樣點，但在無論是有狩獵活動的樣點或無狩獵活動的樣點的相對豐度皆於今年（截至八月為止）有顯著的下降（圖 20），若以不同海拔高度檢視這些水鹿樣點的豐度變化，可發現以大於 2000 公尺的高海拔樣點於今年的下降趨勢最為明顯(附錄一，圖 A2)，中、低海拔則是有微小幅度的下降。不過由於水鹿豐度在高海拔樣點於 2019 及 2020 年有特別明顯的高峰，今年的下降是否是動物數量的自然調節或是狩獵活動造成尚未能斷定，

需要更長時間的觀察。但綜合以上結果，顯示目前在狩獵活動持續的情況下，偶蹄類野生動物仍然能維持其豐度與存續。

其他非主要狩獵目標物種，2015 年至今整體而言在有狩獵活動的樣點相對豐度也多半持平或者沒有呈現下降的趨勢(圖 20)，甚至有上升的趨勢且上升幅度高於無狩獵活動的樣點，如白鼻心與麝香貓。不過值得注意的是，本研究的 16 個目標監測哺乳類物種包含偶蹄目及食肉目動物，許多無狩獵活動樣點的平均相對豐度在年間的變動趨勢都相較於有狩獵活動的樣點平穩(圖 20)，如野豬、麝香貓、黃喉貂、穿山甲、石虎等物種最為明顯，雖然可能是由於有狩獵活動樣點相對較少，較容易受到極端值的影響使得每年的平均 OI_3 有較大的波動，狩獵活動是否仍會對野生動物的豐度變化或穩定性在其他方面帶來影響有待更多的研究探討。

利用佔據模型評估偵測率及佔據率可行性

石虎的分析結果顯示，石虎雖然在春季(表 4)出現頻度最高，但使用佔據模型來做分析時仍發現偵測率有過低的狀況，導致修正後佔據率可能過高而失真(表中粗體字表示資料不符合實際狀況)。針對石虎出現頻度非常低的夏(表 5)及秋(表 6)兩個季節、由於偵測率過低，導致修正後佔據率無法被檢驗出來，代表由偵測率與修正後佔據率兩者皆無法得出有生態意義的結果。

麝香貓的分析資料結果顯示，麝香貓在春季(表 7)時出現頻度最高；夏季次之(表 8)，秋季最低(表 9)。修正後的佔據率與偵測率隨日數增加有些微增加的趨勢。麝香貓三個季節的分析結果，日數的增加皆能提高偵測率並進一步提高修正後的佔據率，使得佔據率的估計更接近於實際的族群狀況。

由以上兩種稀有物種的資料探討可知，石虎雖在單一季節有較高的出現頻度，但此頻度仍不適用於佔據模型的分析上，因此不太建議將石虎使用於佔據模型上。相較之下，麝香貓在佔據模型中有較高的適用性。

本計畫部分樣點的資料可能有空拍或一段時間完全沒有資料的情況，導致在處理時變成無效資料，當無效資料過多，就會影響偵測率及佔據率的估算。本次結果也發現，未修正的佔據率在不同日數的結果應相同，但卻有幾個特例的狀況，推測可能是少數相機無效資料沒有被剔除所導致的

誤差，未來的資料處理應更為謹慎，方能提高分析的準確性。

1.3 保護留區及野生動物重要棲息環境 60 台樣點

自 2019 年 4 月至 2020 年 3 月間陸續架設完成之 10 個保護留區及野生動物重要棲息環境共 60 台相機，每樣區豐度最高的三個哺乳類野生動物結果如下，各樣區描述以及所有曾拍攝到之物種相對豐度詳細結果請見附錄二。

A. 鹿林山野生動物重要棲息環境 6 部相機在 2019 年 5 月至 2021 年 8 月間平均每月 OI_3 在監測目標物種中以山羌(15.2)最高，再來是水鹿(15.16)及獼猴(10.26)(附錄二 A)。

B. 雪山坑溪野生動物重要棲息環境 6 部相機在 2019 年 4 月至 2021 年 8 月間平均每月 OI_3 在監測目標物種中以山羌(119.77)最高，再來是獼猴(7.4)及鼬獾(3.44)(附錄二 B)。

C. 插天山自然保留區 8 部相機在 2019 年 8 月至 2021 年 8 月間平均每月 OI_3 在監測目標物種中以山羌(26.95)最高，再來是鼬獾(6.8)及獼猴(2.37)(附錄二 C)。

D. 三義火炎山自然保留區 5 部相機在 2019 年 8 月至 2021 年 8 月間平均每月 OI_3 在監測目標物種中以獼猴(8.10)最高，再來是狗(6.04)及鼬獾(3.21)(附錄二 D)。

E. 水璉野生動物重要棲息環境 6 部相機在 2019 年 9 月至 2021 年 8 月間平均每月 OI_3 在監測目標物種中以山羌(45.01)最高，再來是獼猴(18.08)及白鼻心(5.23)(附錄二 E)。

F. 翡翠水庫食蛇龜野生動物保護區 7 部相機在 2019 年 9 月至 2021 年 7 月間平均每月 OI_3 在監測目標物種中以山羌(88.58)最高，再來是鼬獾(19.72)及麝香貓(9.18)(附錄二 F)。

G. 瑞岩溪野生動物重要棲息環境 8 部相機在 2019 年 4 月至 2021 年 8 月間平均每月 OI_3 在監測目標物種中以山羌(17.33)最高，再來是獼猴(1.5)及野山羊(1.12)(附錄二 G)。

H. 九九峰自然保留區 5 部相機在 2019 年 6 月至 2021 年 8 月間平均每月 OI_3 在監測目標物種中以獼猴(3.37)最高，再來是鼬獾(2.6)及野山羊(2.08)(附錄二 H)。

I. 浸水營野生動物重要棲息環境 3 部相機在 2019 年 5 月至 2021 年 7 月間平均每月 OI_3 在監測目標物種中以山羌(11.51)最高，再來是獼猴(5.91)及鼬獾(5.44)(附錄二 I)。

J. 關山野生動物重要棲息環境 6 部相機在 2020 年 3 月至 2021 年 8 月間平均每月 OI_3 在監測目標物種中以水鹿(15.26)最高，再來是獼猴(3.74)及山羌(2.18)(附錄二 J)。

1.4 中大型食肉目及偶蹄目 54 台樣點

2020 年起至今針對黑熊以及水鹿陸續新增設的相機樣點，包括南投處丹大林道 6 台、嘉義處楠溪林道 6 台、塔山野生動物重要棲息環境 4 台、屏東處石山林道 5 台、花蓮處玉里野生動物保護區 6 台、瓦拉米步道 6 台、台東處利嘉林道 5 台、紅石林道 6 台、錦屏林道 6 台、東勢處大雪山地區 4 台，總計完成架設相機 54 台，各海拔高度點位與物種相對豐度請見附錄三。自 2021 年 1 月開始統計之哺乳類動物監測結果，平均 OI_3 最高者依序是山羌(37.8)、獼猴(5.97)與水鹿(4.16)，山羌豐度明顯高於其他所有監測物種，與獼猴都有豐度上升的趨勢；水鹿則是逐月下降。另外還拍攝到野山羊(2.94)、白鼻心(1.08)、鼬獾(0.9)、黃喉貂(0.62)、黃鼠狼(0.55)、野豬(0.35)、食蟹獴(0.25)、麝香貓(0.24)、黑熊(0.08)、穿山甲(0.03)與狗(0.01)。台灣水鹿在上述所有樣區都曾被拍攝到，共計 29 個樣點；台灣黑熊則除了 2 月之外今年每月也都有拍攝記錄，共有 7 個樣點:位於楠溪林道的 CY-LTMM-022、CY-LTMM-024、玉里野生動物保護區的 HL-LTMM-021、HL-LTMM-023、HL-LTMM-026 以及大雪山地區的 DS-LTMM-020、DS-LTMM-021 樣點。

2. 中大型食肉目及偶蹄目出現熱點盤點與增設監測點位

增加台灣黑熊監測相機樣點

2.1 針對台灣黑熊，自 2021 年 1 月到 11 月止，協助 4 個林區管理處在 5 個地點架設紅外線自動相機，分別為東勢林區管理處大雪山地區 4 部相機、嘉義林區管理處塔山野生動物重要棲息環境 4 部相機、屏東林區管理處雙鬼湖野生動物重要棲息環境 2 部相機、臺東林區管理處紅石林道 6 部相機和錦屏林道 6 部相機，並進行巡護人員相機設定及記憶卡更換等的訓練。總計本年度完成架設的相機數為 22 台，各相機的編碼及座標如表 10。

2.2 雪霸國家公園管理處預計於大鹿林道架設 14 部相機，該處同意將相機資料納入本監測計畫，相機位置將依據 105 年度林良恭教授團隊於大鹿林道東線調查的點位架設。目前已經架設好 4 部，其餘 10 部相機將陸續架設，14 部相機的編碼及樣點座標如表 11。

2.3 2009-2021 年間臺灣黑熊於新聞媒體報導出現地點以及研究報告資料蒐集:

2.3.1 為了解近年來臺灣黑熊的分布狀況，持續蒐集學術研究報告或新聞媒體報導有關台灣黑熊出現的地點。自 2020 年 12 月到 2021 年 11 月有 12 處地點發現臺灣黑熊(表 12、圖 21)，與前一年度(翁國精與劉建男，2020)彙整的資料整合後，2009 年至 2021 年台灣黑熊在 9 個縣市 13 個鄉鎮有 50 筆發現記錄(表 13、圖 21)，以台東縣 17 筆最多、花蓮縣 11 筆次之。

2.3.2 建議未來可於新竹霞喀羅步道、台中谷關地區、高雄南部橫貫公路梅山至天池路段、花蓮海岸山脈及玉山及太魯閣國家公園增設自動相機。

3. 自動相機現地調整與教學

常見的相機異常狀況為定時拍攝時間沒有設定或者設定錯誤、相機年份日期設定錯誤、電池沒電等，少數則有相機或記憶卡故障或無法讀取的情況；相機架設的問題則多為架設角度或高度過低，以致無法清楚而完整

地拍攝較大型哺乳動物如水鹿；拍攝環境問題則有雜草過長或環境植被凌亂影響物種判讀或造成持續空拍；此外還有由於拍攝的動物相不佳而需要調整的樣點。包含相機架設、相機設定的常見錯誤狀況以及相機異常的排除方法統整如附錄四。本計畫團隊已於今年 10 月至羅東處現場檢視與調整共計 21 台相機樣點，大多為相機設定問題以及少數需微調的架設位置與拍攝角度(附錄五)，另外則是備用機數量不足因此相機狀況不佳時就會致使資料短缺，有鑒於此，已請各管理處回報需購置的相機數量，期望明年購置完成後，相機能有較多機會替換並有較充足時間的維護與除溼，減少於野外連續架設過久而受潮導致故障。截至目前，各管理處相機樣點的狀況已相較於以往改善許多，除了如道路中斷或相機遭竊等不可抗力的情形之外，護管員與計畫承辦專員也大多都已經熟悉照片回收的流程並且能掌握與自行排除相機狀況，確保資料能夠連續。未來計畫仍會持續每兩個月追蹤一次每台相機拍攝狀況與缺失並回報予管理處及工作站同仁以利改善。

4. 自動相機資訊管理系統開發

4.1 單機版資料標註與上傳介面開發

今年度已完成上傳介面及影像資料的上傳功能開發，並已打包成應用程式壓縮檔(版本 v0.1.5)，亦已經過本計畫團隊內部安裝與進行測試，檔案下載後可直接解壓縮並開啟資料夾，點選應用程式即可執行使用。

上傳介面畫面如圖 22，為讓使用者操作更為直覺，故功能畫面的排列在下半年度有做調整，主要分為四大區塊，分別為 (1) 資料夾目錄及上傳進度區； (2) 功能選項區；(3) 圖片檢視區；(4) 文字資料編輯區，其中資料夾目錄區與其他區域間的邊界大小可彈性調整，以下分別就四大區塊進行功能說明：

4.1.1 資料夾目錄及上傳進度區

本區主要提供從本機電腦或記憶卡匯入影像檔，以及影像檔案和資料夾管理的功能。點選 「加入資料夾」便可於本機電腦選擇欲匯入和編輯的自動相機影像資料夾（資料夾須以個別相機位置為單位匯入，可分次匯

入多個資料夾)。選擇資料夾後，將於此區顯示匯入的資料夾名稱，點選該資料夾名稱即於畫面右邊區域顯示資料詳細內容，包括資料標註/上傳進度、檔名、日期時間等，並可進一步點選標註該資料夾中的個別影像資料。

此外，本區亦設計了上傳進度的顯示功能，當上傳資料夾到線上系統時，可點選本區的雲朵圖示查看目前的上傳進度，並可隨時選擇暫停或接續上傳(圖 23)，即使網路連線不穩依然可保持資料續傳直到 100%完成為止，不會因網路斷線或電腦當機而須重新上傳所有資料。

4.1.2 功能選項及圖片檢視區

此區域主要提供將所選取之資料夾中的影像資料，以及標註的文字資料上傳至雲端系統的功能。當於資料夾目錄區匯入資料夾後，可依序選取此資料夾中影像檔所屬的計畫、樣區及相機位置，待影像標註的文字資料編輯完成後，點選「上傳」功能鍵即可將該資料夾中的影像與標註文字資料上傳至雲端系統；此區亦可選擇「刪除資料夾」以刪除匯入此上傳介面的資料夾及標註的文字資料，但此功能並不影響已上傳至雲端系統及原儲存於本機電腦中的資料。

經過團隊內部測試，此上傳功能可順利上傳大量影像資料（已完成測試同批次上傳 800 多張照片)，並讓系統以製作縮圖的方式處理上傳的影像，進而提升使用者於網頁伺服器瀏覽已上傳影像資料的速度。另外，同一個資料夾若要更新資料，僅於第一次上傳影像，其後皆為更新文字資料，如此也可讓更新資料的上傳速度加快，減少系統負擔。

除了上傳相關功能選項外，本區還提供連拍分組及檢視大圖功能。當使用者勾選「連拍分組」的選項，並輸入讓系統判定特定時間間隔內為連拍照片的分鐘數，即可自動將該資料夾中的影像資料依不同顏色區塊分組（如圖 24)，當使用者於資料編輯區點選物種，系統會自動將同一組的連拍照片的物種欄位全部補齊為同一個選項；而若是有需要放大檢視每張影像，可點選「看大圖」按鍵放大每張影像觀看，但目前無法於看大圖模式中直接編輯文字資料，僅能檢視於資料編輯區中填入的標註文字(圖 25)。

4.1.3 文字資料編輯區

個別資料夾中的相機文字資料（若尚未標註完成的資料則僅呈現影像資訊）將於此區域呈現以供使用者瀏覽及標註個別影像的文字資料，主要的欄位包括資料標註/上傳狀態、影像檔名、拍攝日期時間、物種、年齡、性別、角況、備註、個體 ID 等，未來可依需求調整欄位。其中，上傳狀態、影像檔名、拍攝日期時間為系統自動抓取的欄位內容；備註及個體 ID 為自由填寫欄位；物種欄位為下拉式選單或可使用快捷鍵（按 Ctrl+數字，未來可由使用者自行設定），其餘欄位皆為下拉式選單（圖 26），可直接選擇系統預設的選項，以利於統一文字資料的詞彙及後續資料分析。

另外提供相關的複製功能，包含「複製一列」功能來複製同張影像資料（圖 27a、27b），並可分別於複製的影像標註不同的文字資料內容，以利使用者處理影像中拍攝到兩種以上物種或多個個體之狀況；「複製內容」的功能可複製使用者編輯的文字資料內容，貼到特定的資料欄位中（圖 28）。

資料標註/上傳狀態的欄位為提示使用者該筆資料的文字編輯進度和上傳狀態，其中標註狀態可讓使用者了解該筆資料為新匯入尚未檢視及編輯、已檢視但未編輯、已檢視且已編輯等狀態；待資料編輯完成並進行上傳時，上傳狀態則可顯示該筆資料上傳/未上傳。（圖 23）

4.2 系統後端與資料庫調整

本團隊為配合今年度單機版上傳介面的開發，目前已調整系統的資料庫架構，將原本系統中的 MongoDB 轉換成關聯式資料庫系統 PostgreSQL，使資料格式較容易維持標準化及進行後續維護。本年度已將後端 API 程式改用 Python 程式語言撰寫，並利用 Django Framework 所提供的現成套件，加速開發流程；而為提升資料搜尋的效能，一方面透過資料結構的調整及簡化，一方面也已評估過於新建置的關聯式資料庫搭配 Apache Solr 索引系統加快搜尋速度的可能性，但因今年度評估發現可能會有效能上的問題，未來將持續確認是否有最佳效能解決方案。

4.3 教育訓練

為讓自動相機資訊管理系統及上傳介面能夠有效納入自動相機資料收集、分析、管理的流程中，以建立資料完善發布機制，本團隊於今年度 10 月 27 日至 11 月 5 日期間，分別前往全台共 8 個林區管理處（羅東、花蓮、台東、屏東、嘉義、東勢、南投、新竹），針對自動相機業務的承辦人及工作站收取相機資料的人員進行上傳介面的教育訓練，共計 97 位相關人員參與（圖 29）。課程透過實作練習方式，讓每位學員皆可使用電腦實際按步驟操作，最後成功上傳測試資料至線上系統資料庫中，並於課後填寫線上問卷，提供操作上的建議和回饋意見，本團隊將納入並修改介面呈現或操作方式。課程內容及各場次辦理時間請見自動相機計畫書（附錄六），教育訓練簽到表請見附錄七，教材檔案請見 https://reurl.cc/xEm6d5。

關於教育訓練的回饋意見，本團隊設計了兩部分的問卷內容，其一為教育訓練流程相關問題，87%的學員認為操作流程介紹清楚明瞭（圖 30）、80.6 %的學員認為上傳介面有符合使用需求（圖 31）；其二為針對系統操作建議的意見回饋，經評估後分為今年持續調整、明年規劃或優化、暫不處理等三大類（附錄八）。

今年持續調整的部分，主要為網頁版系統的優化功能：

- 提供上傳資料夾的篩選及顯示功能，並呈現最後上傳日期
- 可篩選時間及多選物種
- 計算篩選與管考針對 OI 值、隻數、日曆的調整

4.4 雲端系統維運

由於林管處及工作站的第一線人員受限於網路頻寬不佳，無法順暢於線上操作系統，或甚至無法完整上傳大量影像資料，故目前歷年累積之自動相機舊資料由本團隊協助從雲端系統後台上傳。本年度因已將系統資料庫後端調整及優化完畢，故本團隊也將 2020 年 9 月以前之舊資料清理（包括清點舊資料欄位及對應等）並匯入至新系統，亦將影像進行縮圖處理，讓線上系統瀏覽資料可以更快速。未來至新系統正式由第一線人員使用前，

也將持續協助匯入已收集及整理的資料。

目前的雲端系統持續維持功能正常運作之狀態，所有資料亦持續於 AWS 雲端服務託管，未受後端系統及資料庫架構調整的影響，未來將持續維運。系統所使用的 AWS 雲端服務包含了 AWS EC2 運算單元（8G 記憶體、2 vCPU）及 AWS S3 物件儲存 (Object Storage) 服務，且目前已使用了大約 10 TB 的資料空間。

4.5 結論與未來發展

本年度 TaiBIF 團隊已完成單機版上傳介面功能開發及測試，包含影像檔瀏覽與管理、影像資料的標註與上傳功能，亦已完成至全台 8 個林管處辦理上傳介面的教育訓練，並針對部分意見回饋調整和優化系統功能；而為配合上傳介面的開發及因應篩選分析需求，亦已調整系統的資料庫架構，將原本系統中的 MongoDB 轉換成關聯式資料庫系統 PostgreSQL，並全部採用 Python 程式語言撰寫。本年度亦完成 2020 年 9 月以前的舊資料清理及匯入至新系統，雲端系統亦持續維持功能正常運作之狀態。

明年度預計規劃的優化項目，將以單機版上傳介面的 UI 介面設計與 UX 使用者體驗進行優化和新增部分功能為主，如新增複製貼上的快速鍵、大圖檢視調整為全螢幕且可局部放大、設定測試照、完善刪除照片及復原機制、查詢上傳歷史紀錄等，使操作流程更接近使用者使用 excel 整理資料及電腦整理照片的操作邏輯和習慣；若使用過程中發現上傳介面上的功能錯誤 (bug)，也將持續解決。另為提升資料搜尋的效能，將持續評估確認是否有搭配 Apache Solr 索引系統加快搜尋速度的最佳效能解決方案。

七、參考文獻

Monterroso, P., P. C. Alves and P. Ferreras. 2014. Plasticity in circadian activity patterns of mesocarnivores in Southwestern Europe: implications for species coexistence. Behavioral Ecology and Sociobiology 68: 1403-1417.

Ridout, M. S. and M. Linkie. 2009. Estimating overlap of daily activity patterns from camera trap data. Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics, 14(3): 322-337.

R Development Core Team (2008) R: A language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.

王穎。1992。玉山國家公園瓦拉米地區中大型野生哺乳動物之棲地、習性及族群動態調查(一)。內政部營建署玉山國家公園管理處。

王穎。1993。玉山國家公園瓦拉米地區中大型野生哺乳動物之棲地、習性及族群動態調查(二)。內政部營建署玉山國家公園管理處。

毛俊傑、陳子英。2009。烏石鼻海岸自然保留區動、植物資源及群聚之研究。農委會林務局。

方引平、陳至瑩。2012。林務局歷年自動照相設備資料初探。野生動物保育彙報及通訊。16卷3期。P26 – 29。

古馥宇。2018。台灣水鹿之相對族群量指標開發與評估。國立屏東科技大學野生動物保育研究所碩士論文。

林良恭。2008。樂樂地區鳥類及哺乳動物監測調查暨生態教育宣導。內政部營建署玉山國家公園管理處。

林良恭。2009。玉山國家公園郡大觀高地區生物資源調查。內政部營建署玉山國家公園管理處。

林良恭。2010。玉山國家公園郡大溪流域地區生物資源勘查。內政部營建署玉山國家公園管理處。

1101158

林良恭。2011。南橫玉穗流域生態暨人文資源初探及規劃。內政部營建署玉山國家公園管理處。

林曜松、劉炯錫。1991。南澳湖泊闊葉樹林自然保護區動物相調查研究。台灣省農林廳林務局.

李玲玲。2007。玉山國家公園南二段地區中大型哺乳動物調查暨台灣水鹿族群監測計畫。內政部營建署玉山國家公園管理處。

吳海音。2003。玉山國家公園東部園區大型哺乳動物監測計畫。內政部營建署玉山國家公園管理處。

吳海音。2004。玉山國家公園東部園區中大型哺乳動物監測計畫。內政部營建署玉山國家公園管理處。

吳海音、施金德。2007。玉山國家公園東部園區中大型哺乳動物監測計畫(二)。內政部營建署玉山國家公園管理處。

吳海音。2008。玉山國家公園東部園區南安至抱崖哺乳動物監測及與人類活動的關係。內政部營建署玉山國家公園管理處。

陳怡君。2002。玉山國家公園大分至南安地區野生哺乳動物之相對豐富度調查。內政部營建署玉山國家公園管理處。

姜博仁。2010。玉山與塔塔加地區中大型哺乳動物與生物多樣性之長期監測計畫。內政部營建署玉山國家公園管理處。

姜博仁。2011。玉山地區中大型哺乳動物與生物多樣性之長期監測計畫。內政部營建署玉山國家公園管理處。

姜博仁。2015。鹿林山野生動物重要棲息環境野生動物資源調查。行政院農委會林務局嘉義林管處。

姜博仁。2017。塔山野生動物重要棲息環境野生動物資源調查。行政院農委會林務局嘉義林管處。

翁國精。2009。玉山國家公園新康山區暨南二段中大型哺乳動物調查計畫。內政部營建署玉山國家公園管理處。

1101158

翁國精。2010。玉山國家公園新康山區中大型哺乳動物監測暨水鹿族群生態調查。內政部營建署玉山國家公園管理處。

翁國精、劉建男、許皓捷。2016。鼬獾生態學及族群密度評估。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局。行政院國家科學技術發展基金管理會補助計畫。

翁嘉駿，翁國精，許皓捷。2017。鼬獾族群變動長期監測及共域食肉目動物調查。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局。

郭耀綸、楊勝任。1991。浸水營闊葉樹自然保護區植羣生態之研究。 台灣省農林廳林務局。

楊國禎。2010。玉山國家公園楠梓仙溪林道地區動植物資源監測調查計畫(99)。內政部營建署玉山國家公園管理處。

楊國禎。2011。楠溪森林動植物生態資源物候調查計畫。 內政部營建署玉山國家公園管理處。

黃美秀。2004。玉山國家公園楠梓仙溪地區中大型哺乳動物族群之先期監測計畫。內政部營建署玉山國家公園管理處。

裴家騏、姜博仁。2002。大武山自然保留區和周邊地區雲豹及其他中大型哺乳動物之現況與保育研究(一)。行政院農業委員會林務局保育研究系列90-6號。

表1。全國自動相機監測網歷年累計相機樣點數。

時間	點位數	相機數	地點	目標	備註
2013/10	60	120	苗栗、南投、台東	鼬獾狂犬病疫情	每個樣點2台相機，1500 m以下
2015/8-2016/8	131	131	本島	食肉目動物	每個樣點1台相機，1500 m以下
2017	177	177	本島	哺乳動物	增設1500m以上樣點46台
2019/6	183	183	本島、蘭嶼、綠島	哺乳動物	增設蘭嶼、綠島相機共6台
2019/11	243	243	本島	哺乳動物	增設保護留區相機共60台
2020/12	277	277	本島	中大型哺乳動物	增設黑熊、水鹿監測相機34台
2021/6	291	291	本島	中大型哺乳動物	增設黑熊、水鹿監測相機14台
2021/7	297	297	台東錦屏林道	中大型哺乳動物	增設黑熊、水鹿監測相機6台
待定	311	311	雪霸國家公園	哺乳動物	預計增設14台相機樣點

表 2。2015 年 9 月至 2021 年 8 月間有拍攝到石虎的 28 臺相機點位。

管理處	相機位置名稱	X	Y	備註 (保護留區 / 其他)
東勢處	DS02B	246695	2670692	
	DS03A	231951	2679926	
	DS-LTMM-015	248190	2692052	雪山坑溪野生動物重要棲息環境
新竹處	HC23A	243822	2723608	
	HC24B	236461	2717645	
	HC25B	236020	2712579	
	HC27B	240826	2702984	
	HC28B	232137	2703278	
	HC29A	221565	2697601	
	HC31A	227745	2691165	
	HC-LTMM-037	221935	2694822	三義火炎山自然保留區
	HC-LTMM-038	221018	2695551	三義火炎山自然保留區
	HC-LTMM-039	220950	2696629	三義火炎山自然保留區
	HC-LTMM-040	224241	2699882	三義火炎山自然保留區
南投處	NT01B	250054	2663564	
	NT03A	262771	2655658	
	NT05B	235728	2642535	
	NT06A	238219	2646400	
	NT06B	238251	2646389	
	NT07B	250255	2644541	
	NT08B	241038	2641665	
	NT11B	238649	2639598	
	NT13B	226565	2629895	
	NT14B	233444	2630780	
	NT22B	231186	2665338	
	NT23A	228400	2660091	九九峰自然保留區
	NT-LTMM-048	228259	2658702	九九峰自然保留區
	NT-LTMM-049	228465	2658814	九九峰自然保留區

表 3。2015 年 9 月至 2021 年 8 月各種動物每月 OI_3 對月份進行線性迴歸分析所得之係數估計值（Beta）與 P 值。Beta 為正值代表動物 OI 值隨月份呈現上升的趨勢，負值代表動物 OI_3 隨月份呈現下降的趨勢，粗體字代表該趨勢達到統計上的顯著(P<0.05)。

目別	物種	Beta	P
偶蹄目	**水鹿**	0.00641	< 0.001
	山羌	0.15213	< 0.001
	山羊	0.00612	< 0.001
	野豬	-0.00197	0.164
食肉目	**鼬獾**	-0.05268	< 0.001
	白鼻心	0.00264	0.352
	食蟹獴	0.01142	< 0.01
	黃喉貂	0.00175	< 0.001
	黃鼠狼	0.00098	< 0.001
	麝香貓	0.00068	0.378
	石虎	-0.00070	< 0.001
	黑熊	0.00009	< 0.05
	狗	0.00350	< 0.05
	貓	-0.00053	0.652
靈長目	**獼猴**	0.04032	< 0.001
鱗甲目	穿山甲	0.00022	0.461

表 4。石虎 2019 年 3-5 月(春季)資料以不同日數為單元進行佔據率與偵測率的估算結果。

日數	未修正佔據率	修正後佔據率	佔據率標準差	偵測率	偵測率標準差	重複次數	資料有效性
1	0.0118	**1**	0.0014	0.0001	0.0001	92	3.02
3	0.0118	**1**	0.0088	0.0005	0.0003	30	8.2
5	0.0118	**1**	0.0028	0.0008	0.0005	18	6.55
7	0.0118	**1**	0.0017	0.001	0.0007	13	1.58
9	0.0118	**1**	0.0012	0.0014	0.001	10	3.87

表 5。石虎 2019 年 6-8 月(夏季)資料以不同日數為單元進行佔據率與偵測率的估算結果。

日數	未修正佔據率	修正後佔據率	佔據率標準差	偵測率	測率標準差	重複次數	資料有效性
1	0.0055	**0**	0	0.012	0.012	92	10.84
3	0.0055	**0**	-1.#IND	0.0385	0.0377	30	9.73
5	0.0055	**0**	0	0.0625	0.0605	18	9.57
7	0.0055	**0**	0	0.0833	0.0798	13	10.84
9	0.0055	**0**	0	0.1111	0.1048	10	9.31

表 6。石虎 2019 年 9-11 月(秋季)資料以不同日數為單元進行佔據率與偵測率的估算結果。

日數	未修正佔據率	修正後佔據率	佔據率標準差	偵測率	偵測率標準差	重複次數	資料有效性
1	0.0055	**0**	0	0.011	0.0109	91	10.03
3	0	**0**	0	0.2617	1.9323	30	10.84
5	0	**0**	0	0.1421	1.2194	18	10.84
7	0.0055	**0**	-1.#IND	0.0769	0.0739	13	10.84
9	0.0055	**0**	0	0.1	0.0949	10	9.37

表 7。麝香貓 2019 年 3-5 月(春季)資料以不同日數為單元進行佔據率與偵測率的估算結果。

日數	未修正佔據率	修正後佔據率	佔據率標準差	偵測率	偵測率標準差	重複次數	資料有效性
1	0.1294	0.1365	0.0272	0.0431	0.0051	92	7.62
3	0.1235	0.1354	0.0278	0.1036	0.0138	30	9.09
5	0.1235	0.1399	0.029	0.1454	0.0211	18	8.54
7	0.1235	0.1389	0.0288	0.1978	0.0288	13	8.3
9	0.1235	0.142	0.0297	0.229	0.0346	10	8.87

表 8。麝香貓 2019 年 6-8 月(夏季)資料以不同日數為單元進行佔據率與偵測率的估算結果。

日數	未修正佔據率	修正後佔據率	佔據率標準差	偵測率	偵測率標準差	重複次數	資料有效性
1	0.0879	0.1002	0.0243	0.028	0.0048	92	9.47
3	0.0824	0.0916	0.0229	0.0922	0.0152	30	7.55
5	0.0824	0.0922	0.0231	0.1453	0.0241	18	8.53
7	0.0824	0.0939	0.0237	0.183	0.0315	13	8.94
9	0.0824	0.0927	0.0233	0.2419	0.0398	10	9.36

表 9。麝香貓 2019 年 9-11 月(秋季)資料以不同日數為單元進行佔據率與偵測率的估算結果。

日數	未修正佔據率	修正後佔據率	佔據率標準差	偵測率	偵測率標準差	重複次數	資料有效性
1	0.0769	0.0934	0.0247	0.0243	0.0049	91	7.53
3	0.0769	0.0991	0.0268	0.0615	0.0136	30	8.33
5	0.0769	0.0978	0.0264	0.1042	0.0224	18	8.99
7	0.0824	0.1057	0.1375	0.0289	0.0289	13	9.18
9	0.0773	0.0996	0.0272	0.1719	0.0378	10	7.7

表 10。2021 年在 4 個林管處完成針對食肉目與偶蹄目監測的自動相機點位。

林管處	相機編碼	X	Y	架設地點
東勢處	DS-LTMM-019	247763	2682109	大雪山
	DS-LTMM-020	247272	2683929	大雪山
	DS-LTMM-021	256410	2687651	大雪山
	DS-LTMM-022	250783	2678796	大雪山
嘉義處	CY-LTMM-027	229366	2603787	塔山野生動物中要棲息環境
	CY-LTMM-028	228998	2603577	塔山野生動物中要棲息環境
	CY-LTMM-029	227391	2605843	塔山野生動物中要棲息環境
	CY-LTMM-030	227511	2606078	塔山野生動物中要棲息環境
屏東處	PT-LTMM-037	220923	2502741	雙鬼湖野生動物重要棲息環境
	PT-LTMM-038	221125	2502705	雙鬼湖野生動物重要棲息環境
臺東處	KTHL04(TD-LTMM-046)	263912	2551733	紅石林道
	KTHL05(TD-LTMM-047)	263269	2552985	紅石林道
	KTHL06(TD-LTMM-048)	262931	2552878	紅石林道
	KTHL07(TD-LTMM-049)	261698	2551074	紅石林道
	KTHL08(TD-LTMM-050)	261007	2549995	紅石林道
	KTHL09(TD-LTMM-051)	260663	2549290	紅石林道
	TD-LTMM-052	266941	2561082	錦屏林道
	TD-LTMM-053	266385	2561067	錦屏林道
	TD-LTMM-054	265337	2562001	錦屏林道
	TD-LTMM-055	264968	2562486	錦屏林道
	TD-LTMM-056	265084	2563396	錦屏林道
	TD-LTMM-057	264895	2562951	錦屏林道

表 11。雪霸國家公園針對食肉目與偶蹄目監測的自動相機點位。

國家公園	相機編碼	X	Y	架設地點	備註
雪霸國家公園	SP-LTMM-001(DB01)	261995	2710943	大鹿林道東線	未架設
	SP-LTMM-002(DB02)	262486	2710707	大鹿林道東線	未架設
	SP-LTMM-003(DB03)	263115	2710565	大鹿林道東線	未架設
	SP-LTMM-004(DB04)	263483	2710887	大鹿林道東線	未架設
	SP-LTMM-005(DB05)	263738	2709993	大鹿林道東線	未架設
	SP-LTMM-006(DB06)	264237	2709712	大鹿林道東線	未架設
	SP-LTMM-007(DB07)	264645	2709345	大鹿林道東線	未架設
	SP-LTMM-008(DB08)	264953	2709479	大鹿林道東線	未架設
	SP-LTMM-009(DB09)	266191	2710074	大鹿林道東線	未架設
	SP-LTMM-010(DB10)	266583	2709642	大鹿林道東線	未架設
	SP-LTMM-011(DB11)	268963	2709866	大鹿林道東線	已架設
	SP-LTMM-012(DB12)	269371	2710394	大鹿林道東線	已架設
	SP-LTMM-013(DB13)	269565	2708513	大鹿林道東線	已架設
	SP-LTMM-014(DB14)	269601	2708159	馬達拉西登山口	已架設

表 12。2020 年 12 月到 2021 年 11 月間新聞媒體報導臺灣黑熊出現資料。

縣市	鄉鎮	地點	年份	資料來源
台中	和平區	谷關東卯山	2021	新聞報導
		谷關台八線	2021	新聞報導
		谷關德芙蘭步道	2021	新聞報導
南投	信義鄉	東埔山登山口	2021	新聞報導
嘉義	阿里山鄉	楠溪林道	2020	新聞報導
花蓮	卓溪鄉	拉庫拉庫溪	2021	新聞報導
	富里鄉	永豐村	2021	新聞報導
臺東	海端鄉	崁頂村	2020	新聞報導
		向陽山屋	2021	新聞報導
	卑南鄉	小鬼湖	2021	研究報告

表 13。2009 到 2021 年間新聞媒體報導臺灣黑熊出現資料。

縣市	鄉鎮	地點	年份
苗栗	泰安鄉	觀霧國有林	2020
新竹	尖石鄉	霞喀羅步道	2020
臺中	和平區	大雪山	2014、2020
		谷關松鶴部落	2016
		谷關東卯山	2020、2021
		谷關台八線	2021
		谷關德芙蘭步道	2021
南投	信義鄉	麟趾山	2019
		東埔山登山口	2021
嘉義	阿里山鄉	鹿林山	2015、2019
		楠溪林道	2019、2020
		排雲山莊	2019
高雄	桃源區	藤枝遊樂園區	2013
		溪南山	2020
		梅山	2021
	茂林區	扇平森林生態園區	2015
		大鬼湖	2016
屏東	霧臺鄉	大武山	2018
花蓮	卓溪鄉	瓦拉米步道	2009、2020
		八通關抱崖山屋	2016
		南安瀑布	2018、2019
		八通關拉古拉橋	2019
		清水山區	2019、2020
		八通關古道	2020
		拉庫拉庫溪	2021
	富里鄉	永豐村	2021
臺東	海端鄉	新武呂溪橋	2011
		關山林地	2012
		向陽山屋	2016、2020、2021
		紅石林道	2019
		霧鹿	2019
		廣原	2019、2020
		利稻	2019、2020
		錦屏林道	2020
		崁頂村	2020

縣市	鄉鎮	地點	年份
臺東	延平鄉	內本鹿古道	2015
	卑南鄉	利嘉林道	2017
		知本林道	2020
		小鬼湖	2021

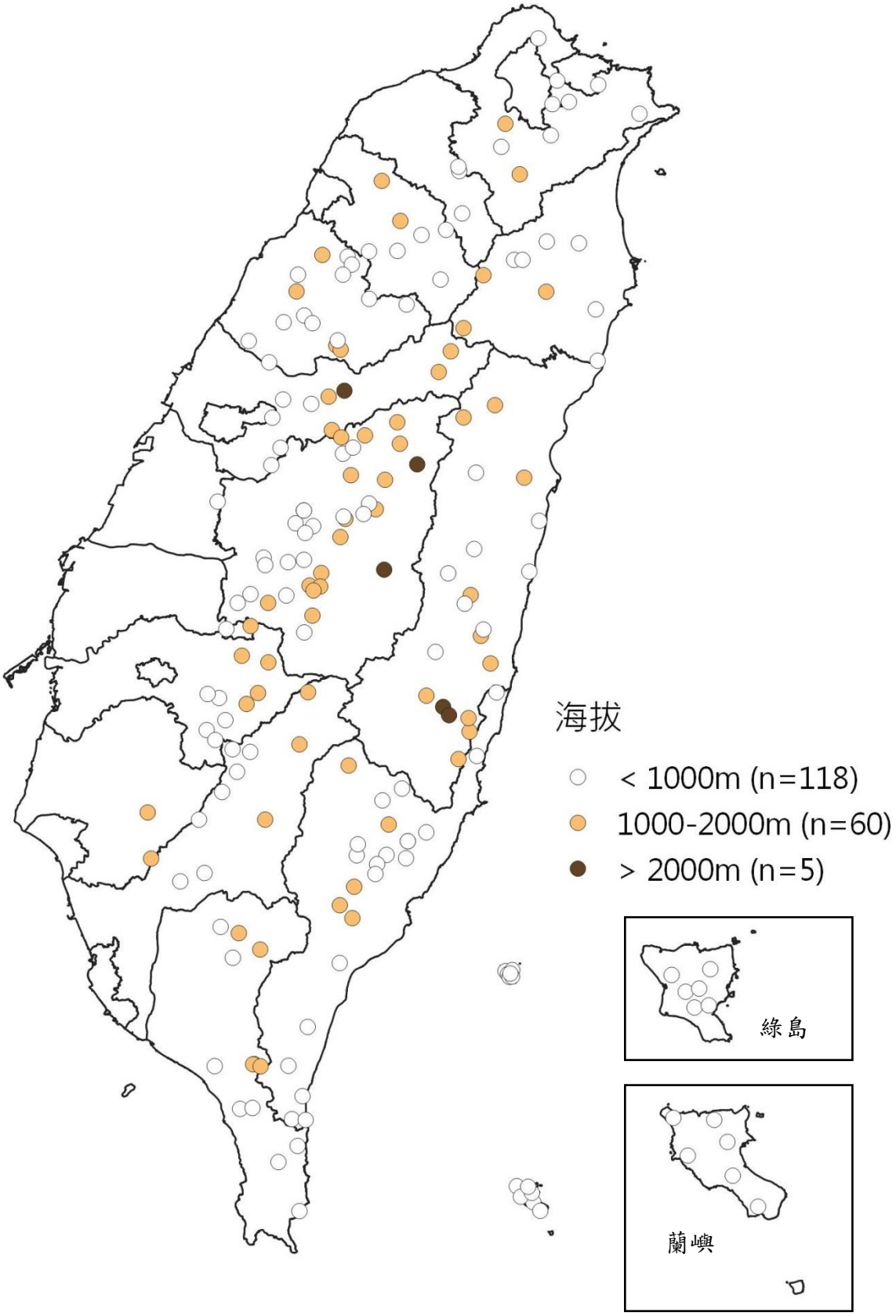


圖 1。長期監測網 183 台各海拔高度樣點。

1101158

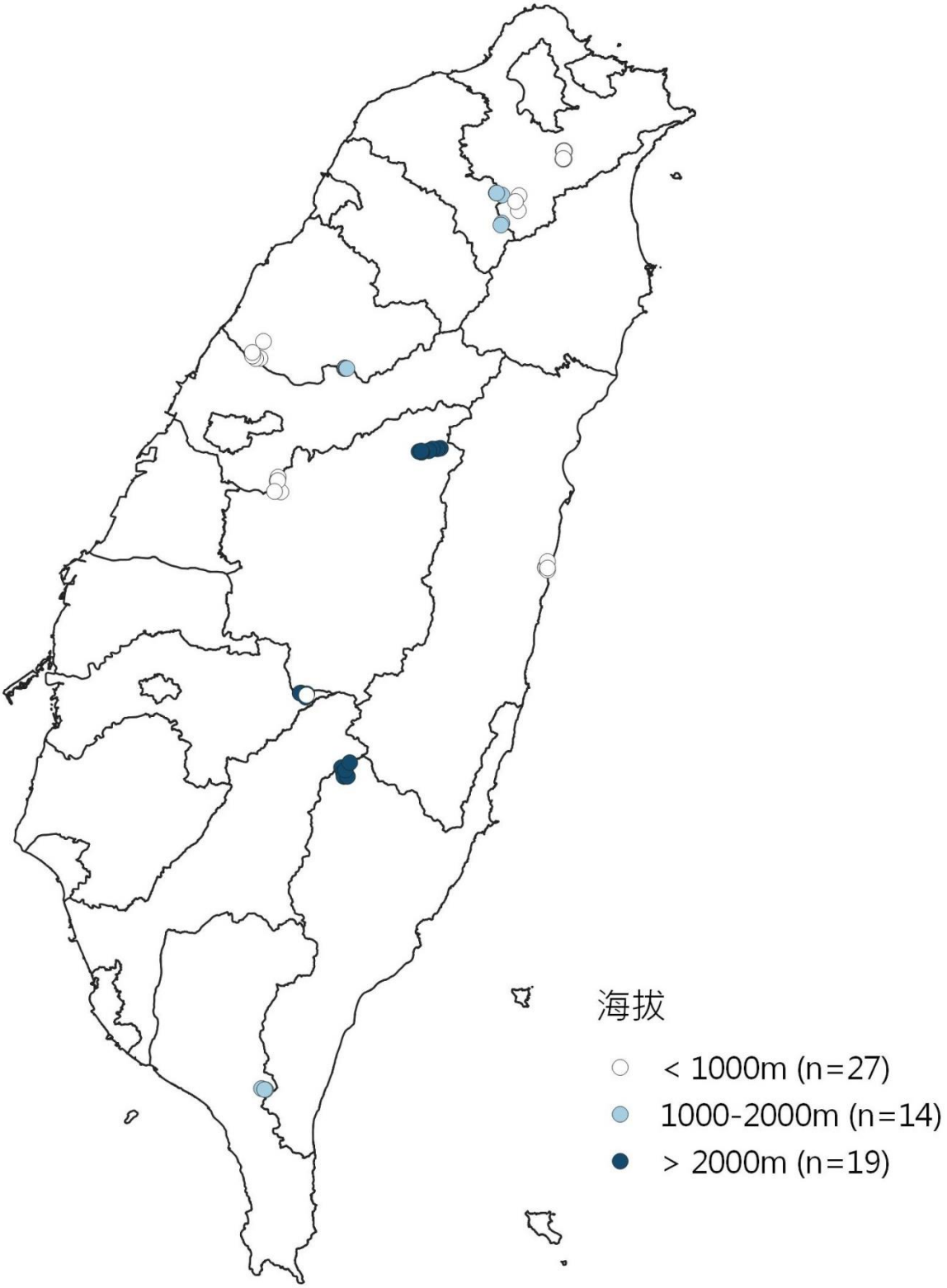


圖 2。保護留區及野生動物重要棲息環境 60 台各海拔高度樣點。

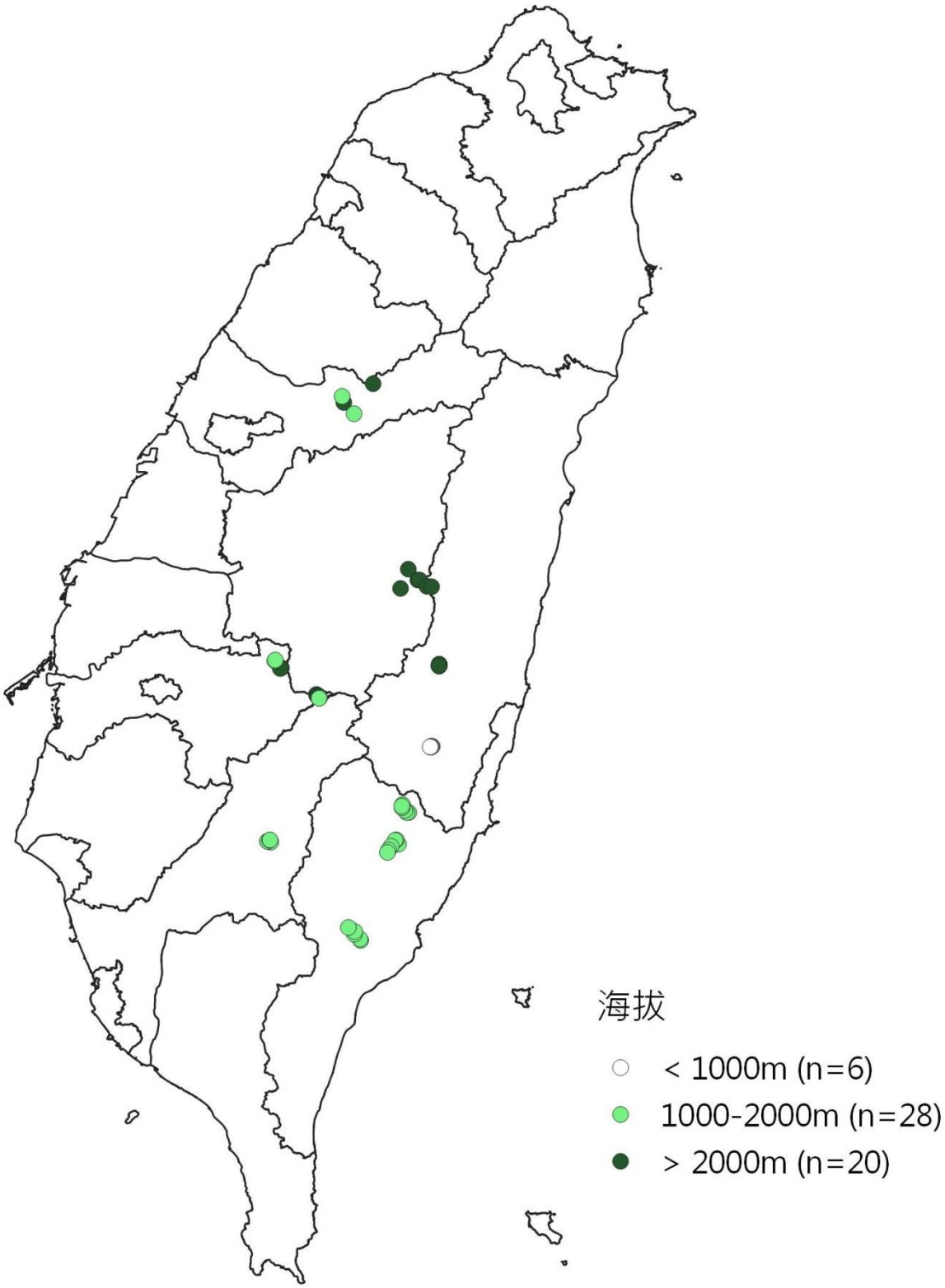


圖 3。2020 年起新增設之針對大型食肉目與偶蹄目 54 台監測樣點。

1101158

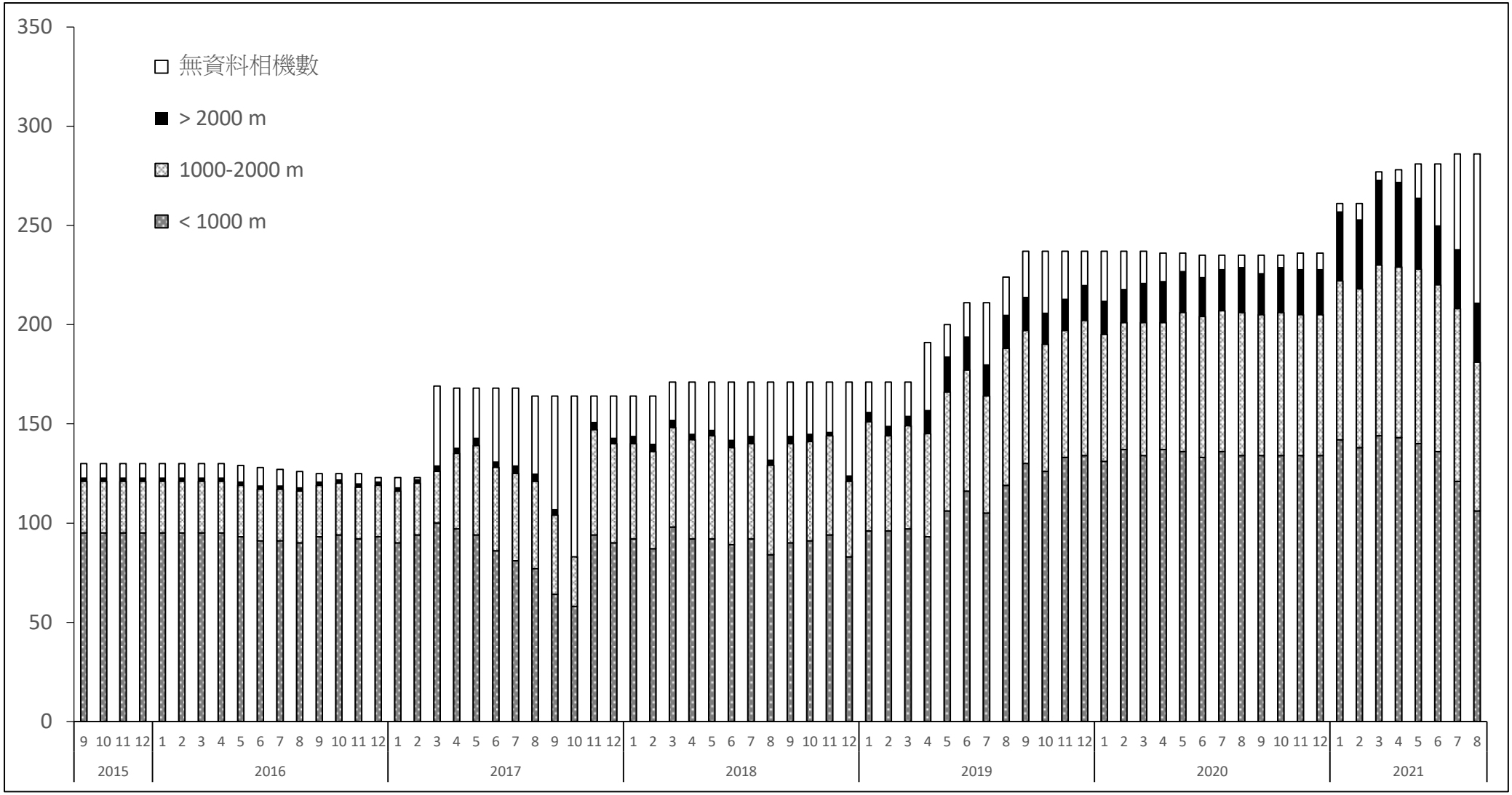


圖 4。長期監測網、保護留區及針對大型食肉目與偶蹄目樣點合計之歷年每月回收資料相機數量。

1101158

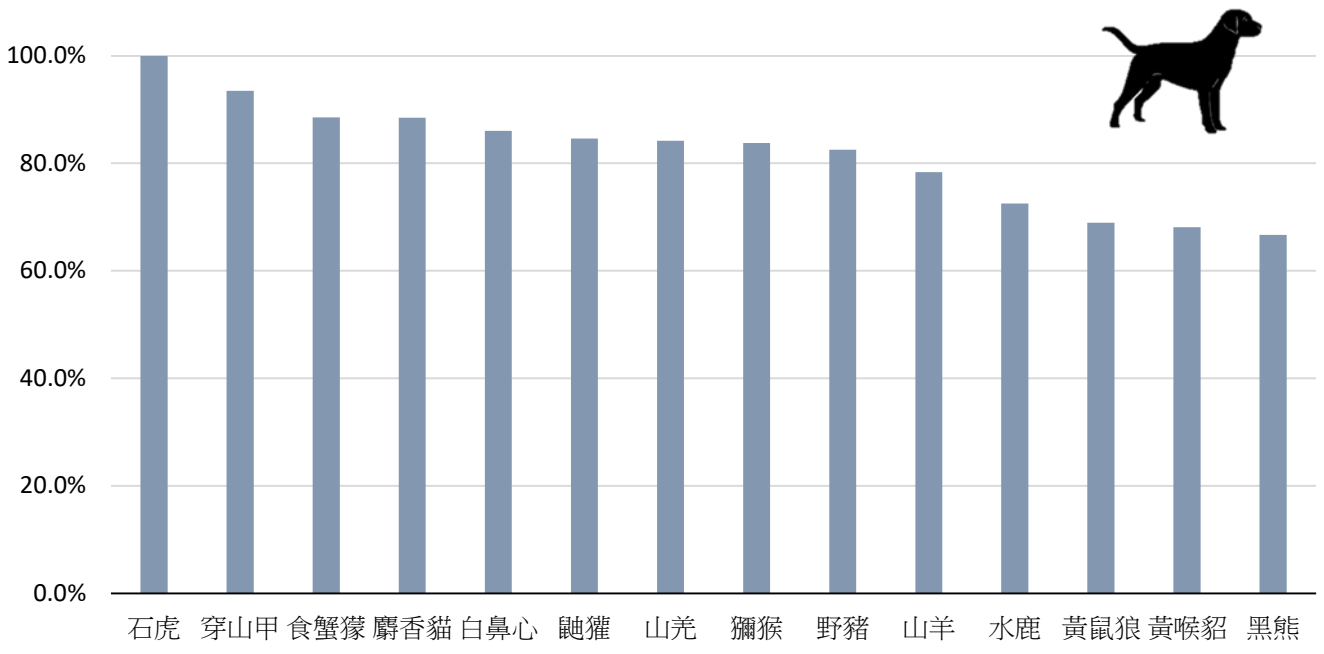


圖 5。野生動物出現位置中有犬出現的比例。此圖採用長期監測網相機共 183 台，不包含保護留區相機。

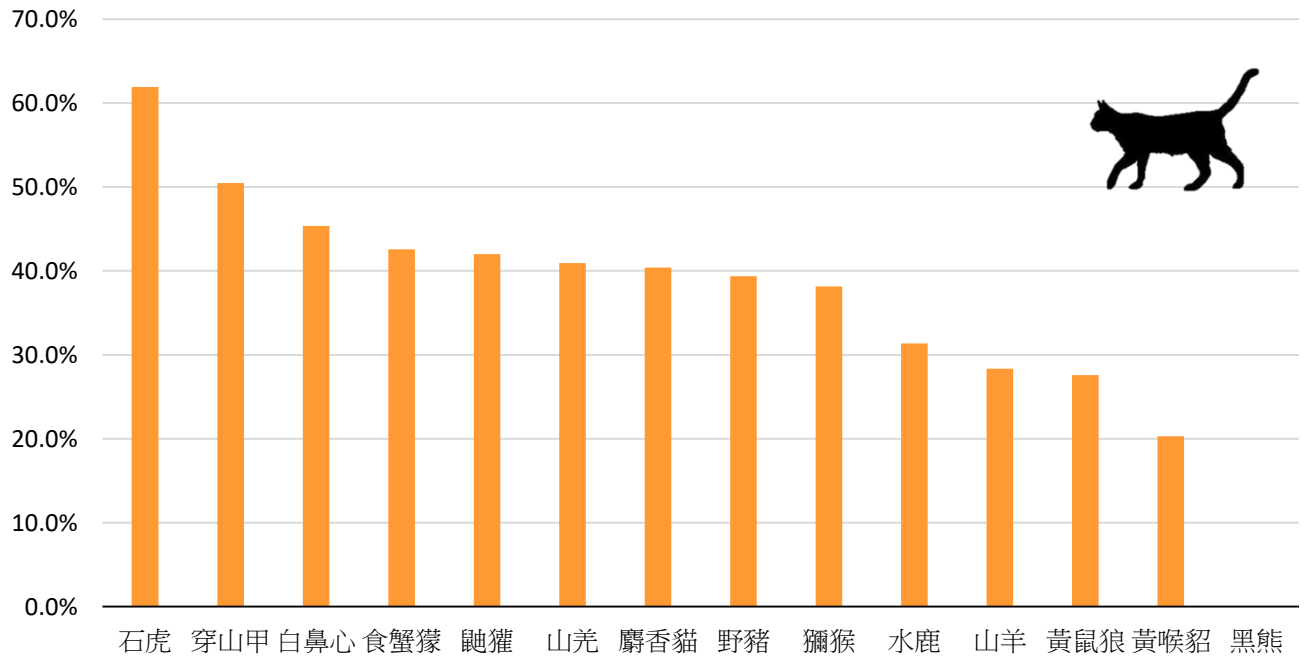


圖 6。野生動物出現位置中有貓出現的比例。此圖採用長期監測網相機共 183 台，不包含保護留區相機。

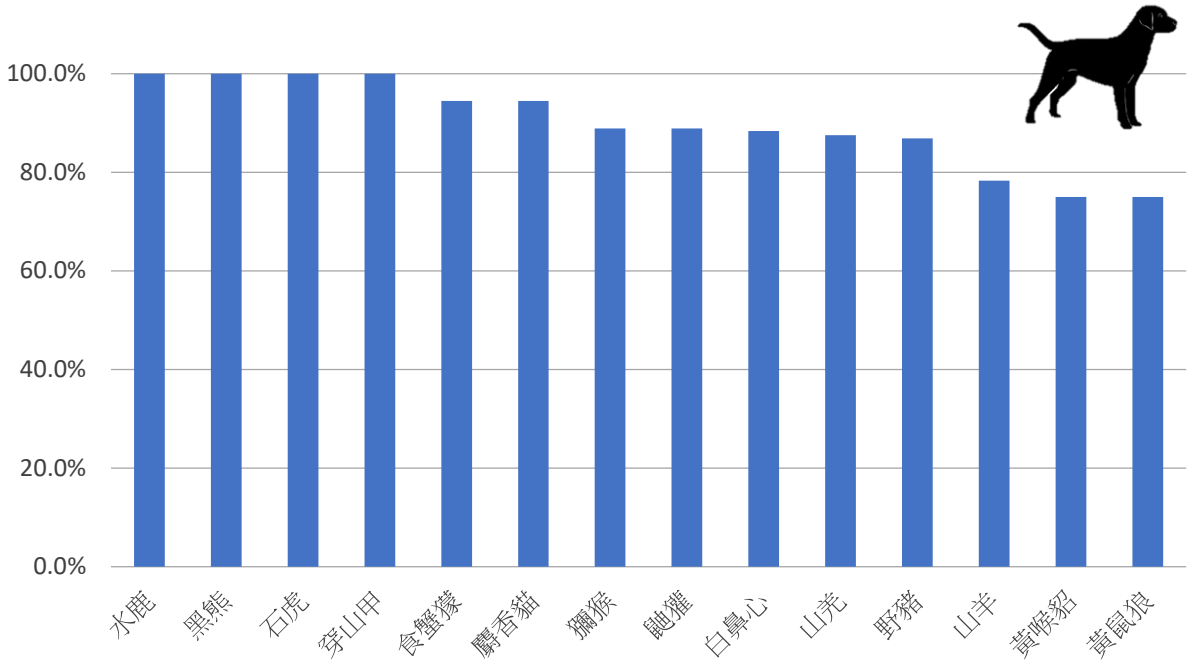


圖 7。野生動物出現位置中有犬出現的比例。此圖採用長期監測網相機北部縣市樣點共 45 台，不包含保護留區相機。

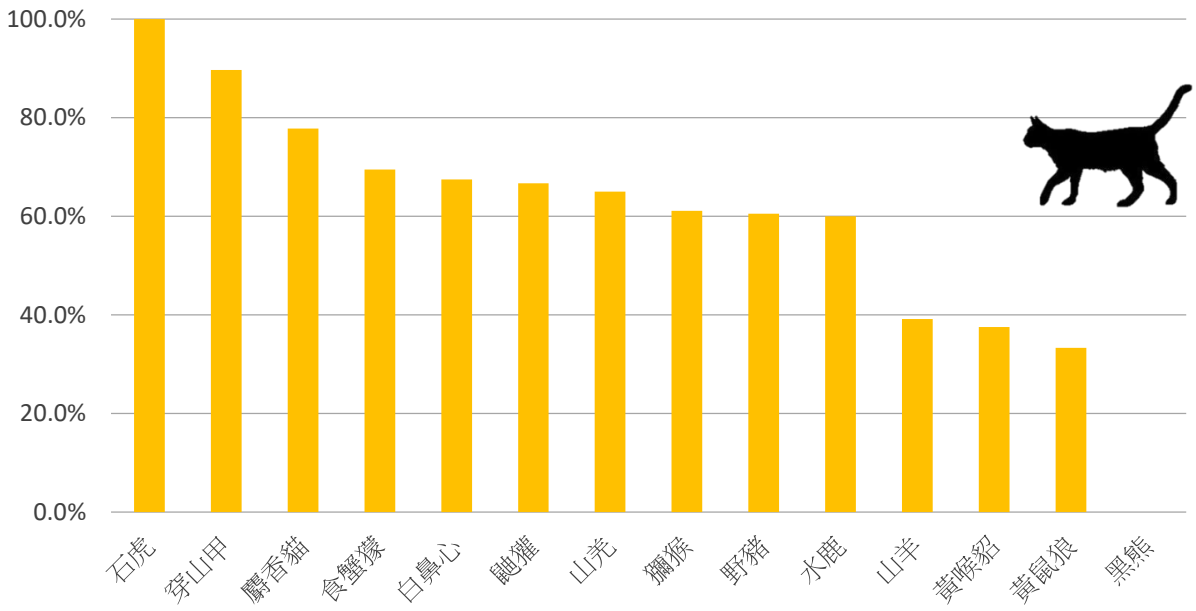


圖 8。野生動物出現位置中有貓出現的比例。此圖採用長期監測網相機北部縣市樣點共 45 台，不包含保護留區相機。

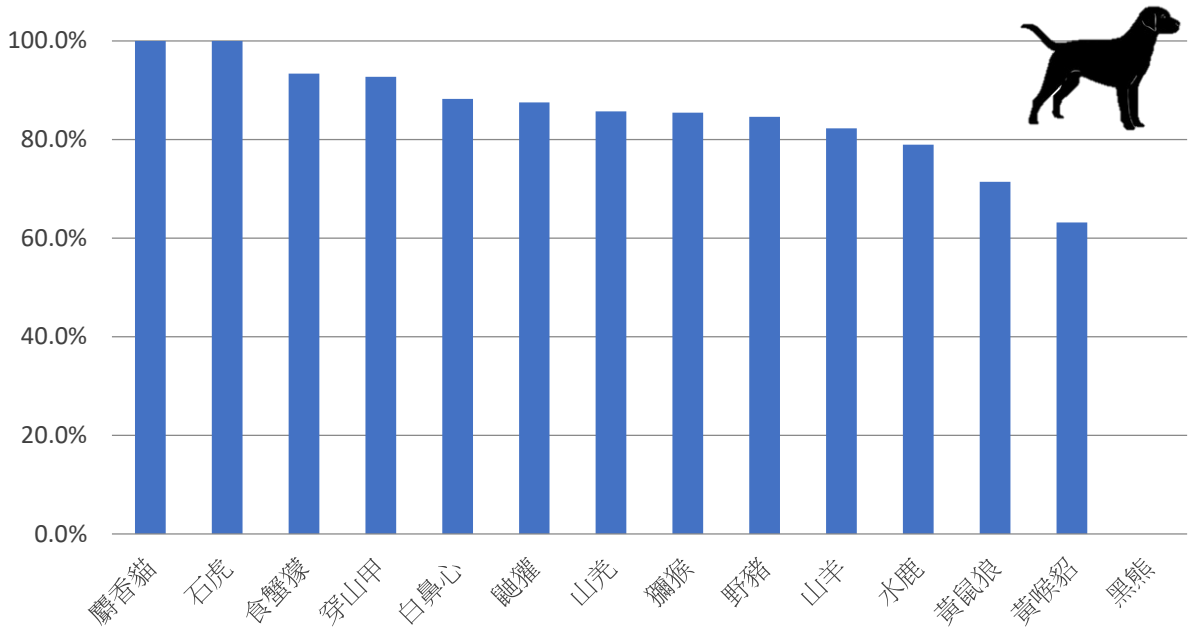


圖 9。野生動物出現位置中有犬出現的比例。此圖採用長期監測網相機中部縣市樣點共 57 台，不包含保護留區相機。

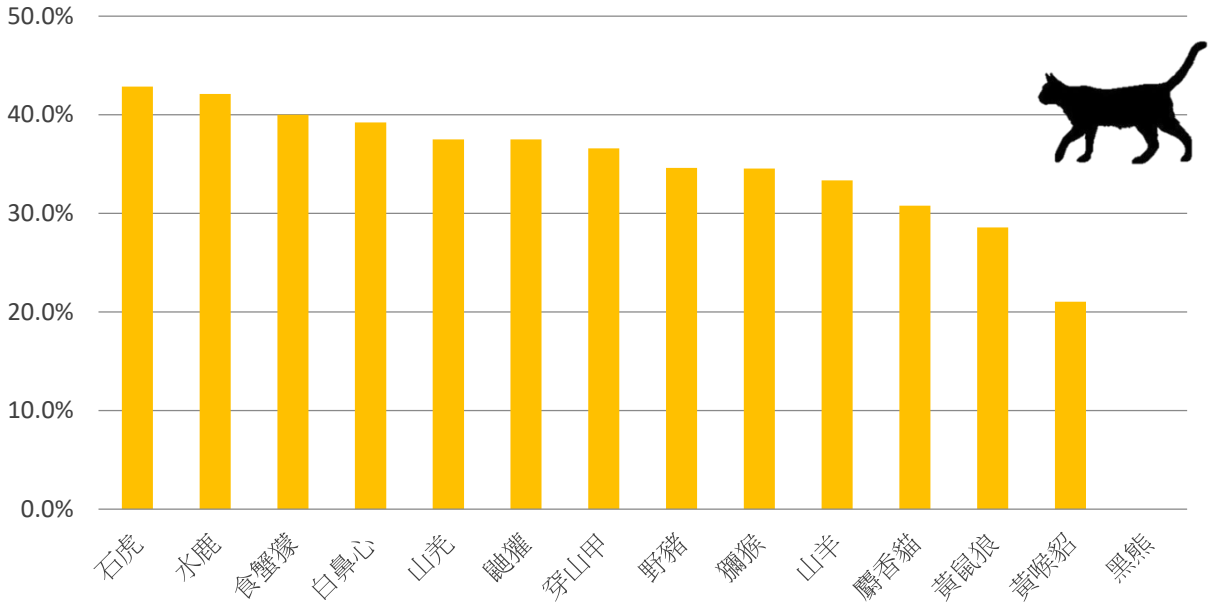


圖 10。野生動物出現位置中有貓出現的比例。此圖採用長期監測網相機中部縣市樣點共 57 台，不包含保護留區相機。

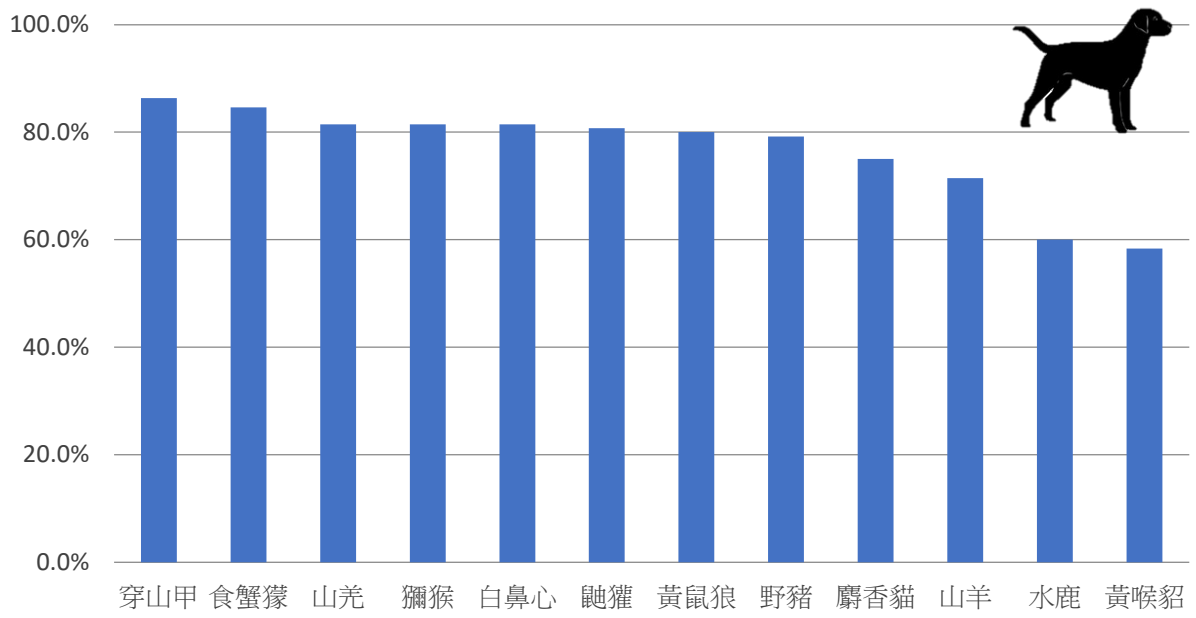


圖 11。野生動物出現位置中有犬出現的比例。此圖採用長期監測網相機南部縣市樣點共 27 台，不包含保護留區相機。

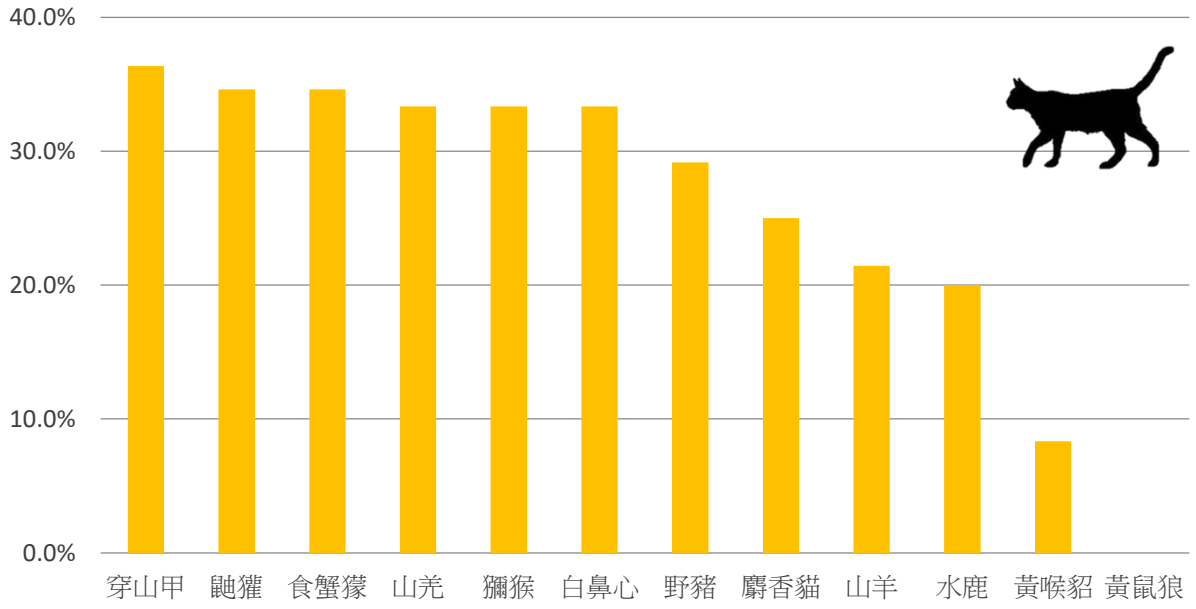


圖 12。野生動物出現位置中有貓出現的比例。此圖採用長期監測網相機南部縣市樣點共 27 台，不包含保護留區相機。

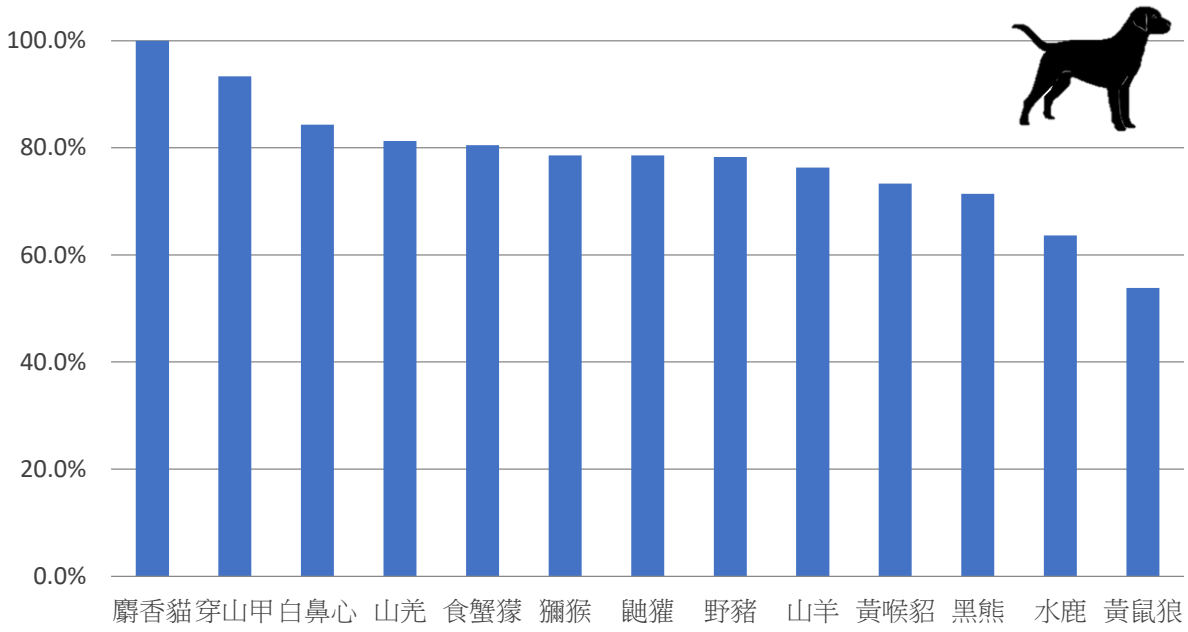


圖 13。野生動物出現位置中有犬出現的比例。此圖採用長期監測網相機東部縣市樣點共 54 台，不包含保護留區相機。

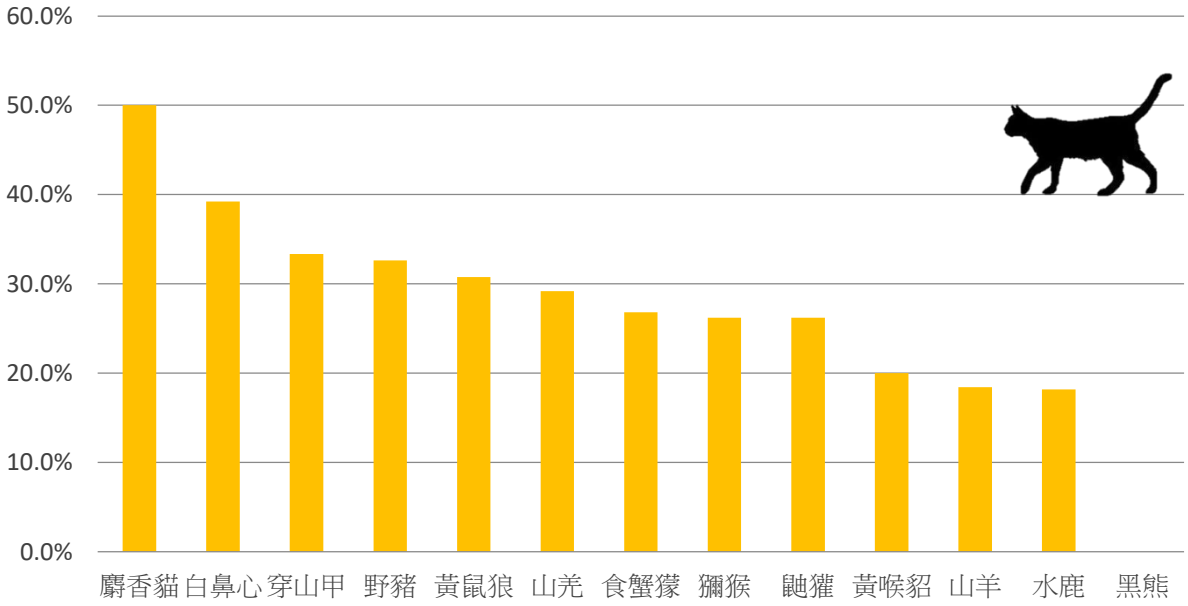


圖 14。野生動物出現位置中有貓出現的比例。此圖採用長期監測網相機東部縣市樣點共 54 台，不包含保護留區相機。

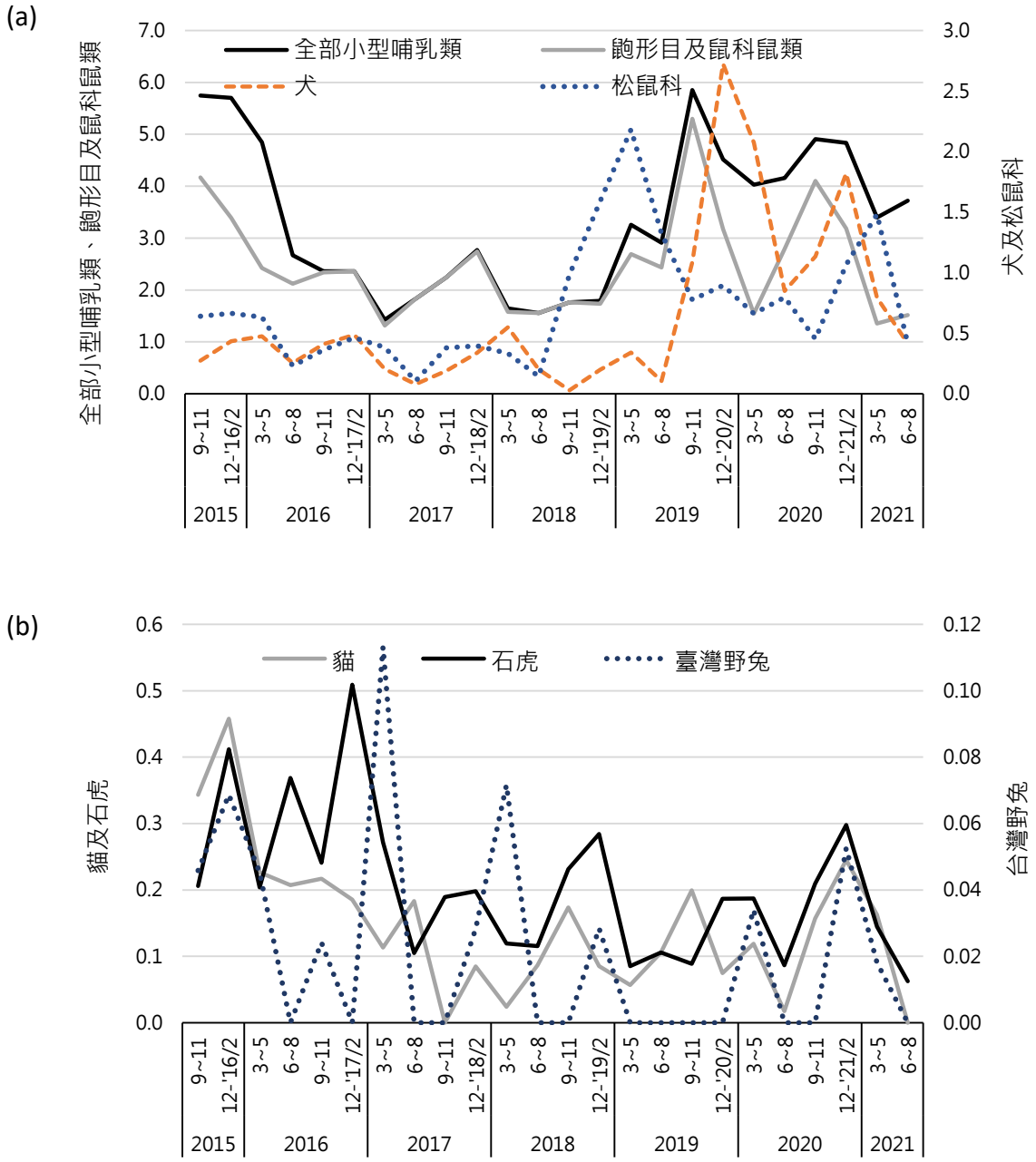


圖 15。2015 年 9 月到 2021 年 8 月，有拍到石虎的 28 個相機點位所拍攝之石虎、犬貓及食物來源之 OI 值。(a) 鼩形目及鼠科鼠類、所有小型哺乳類、犬及松鼠科 OI，以及(b)石虎、貓及臺灣野兔的 OI 值。

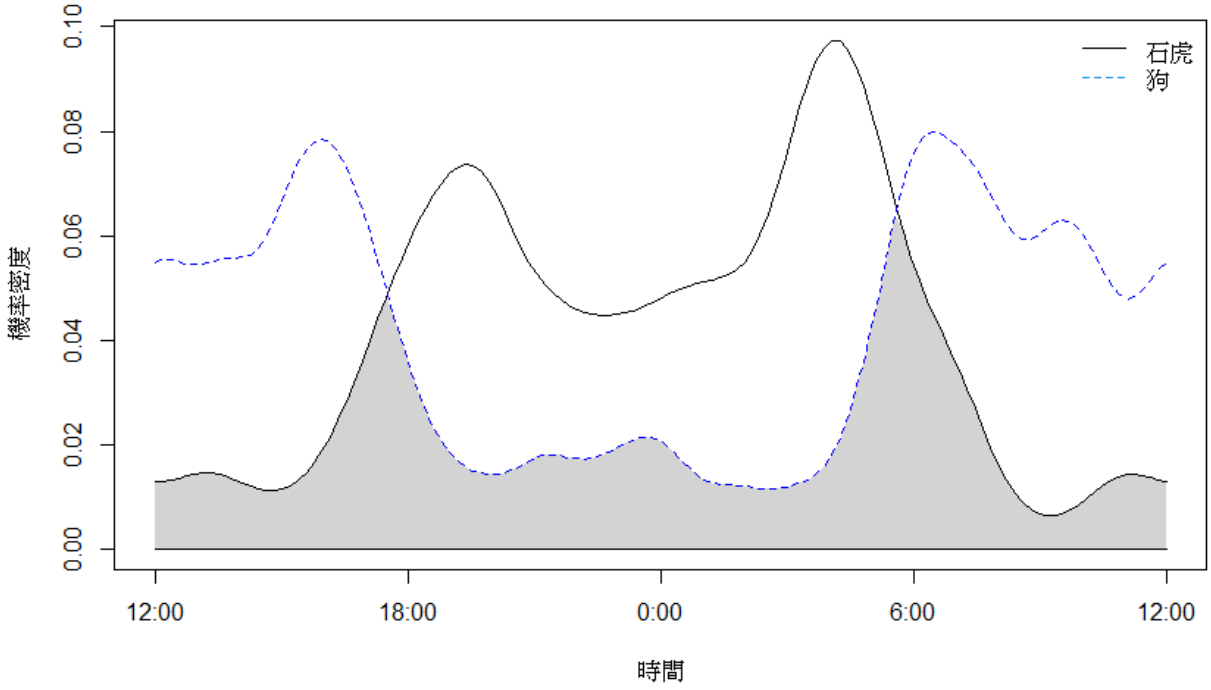


圖 16。以拍攝到石虎的 28 個相機樣點資料分析犬與石虎活動重疊度。以核密度估計法(kernel density estimate)估算兩個物種的活動重疊係數為 0.51，95%信賴區間=0.45-0.57。

1101158

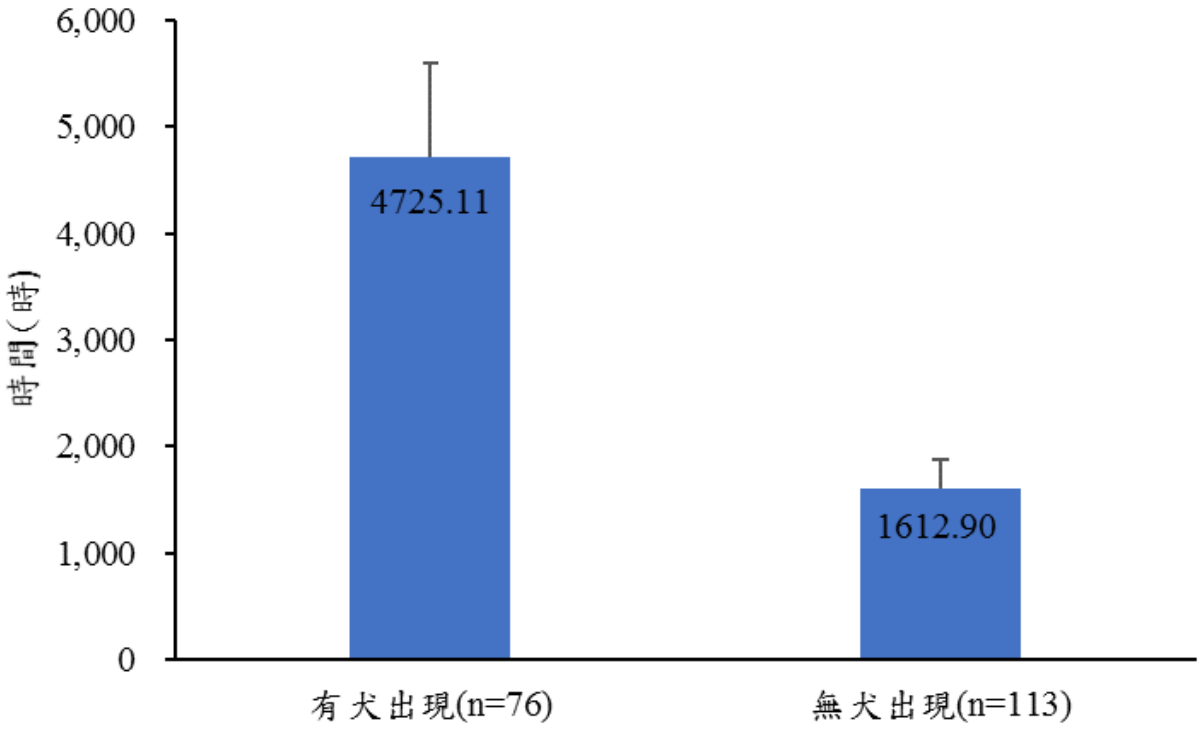


圖 17。犬的出現對石虎出現時間間隔的影響。「有犬出現」代表連續兩次石虎出現中間有犬出現的時間間隔，「無犬出現」代表連續兩次石虎出現中間沒有犬出現的時間間隔。數值為平均±1 個標準誤。Mann-Whitney U test: Z=-4.841, P<0.001。「有犬出現」跟「無犬出現」的樣本數分別為 76 及 113。

1101158

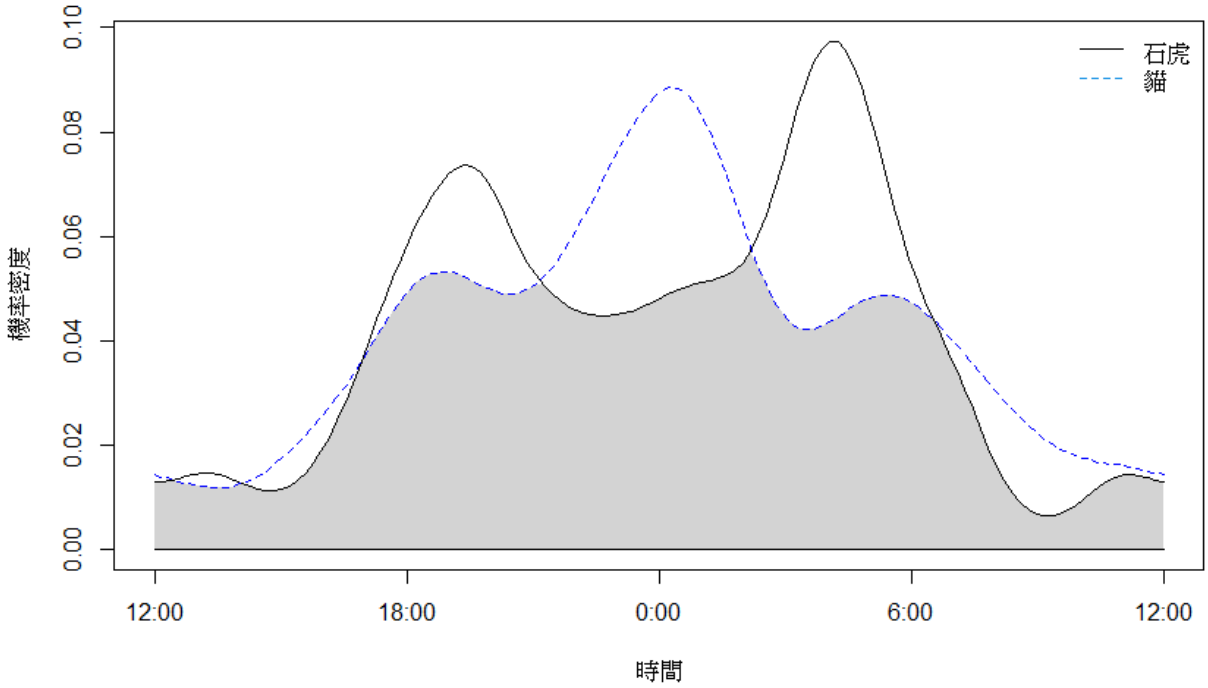


圖 18。以拍攝到石虎的 28 個相機樣點資料分析貓與石虎活動重疊度。以核密度估計法(kernel density estimate) 估算兩個物種的活動重疊係數為 0.81，95%信賴區間=0.73-0.89。

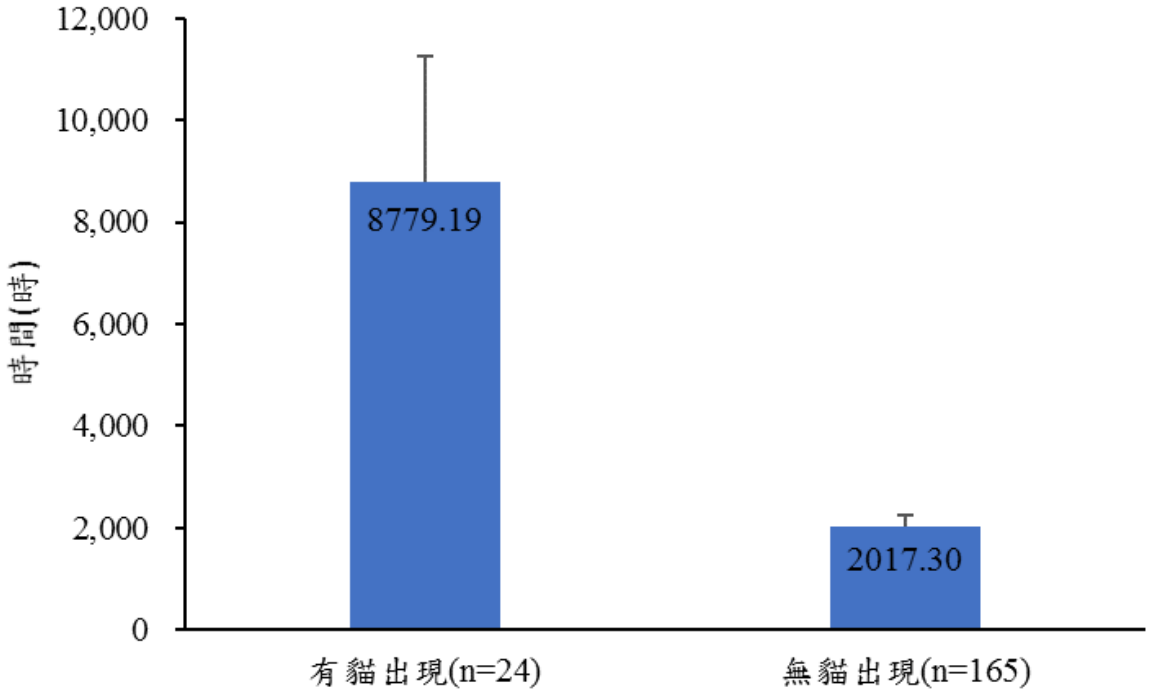


圖 19。貓的出現對石虎出現時間間隔的影響。「有貓出現」代表連續兩次石虎出現中間有貓出現的時間間隔，「無貓出現」代表連續兩次石虎出現中間沒有貓出現的時間間隔。數值為平均±1 個標準誤。Mann-Whitney U test: Z=-3.678, P<0.001。「有貓出現」跟「無貓出現」的樣本數分別為 24 及 165。

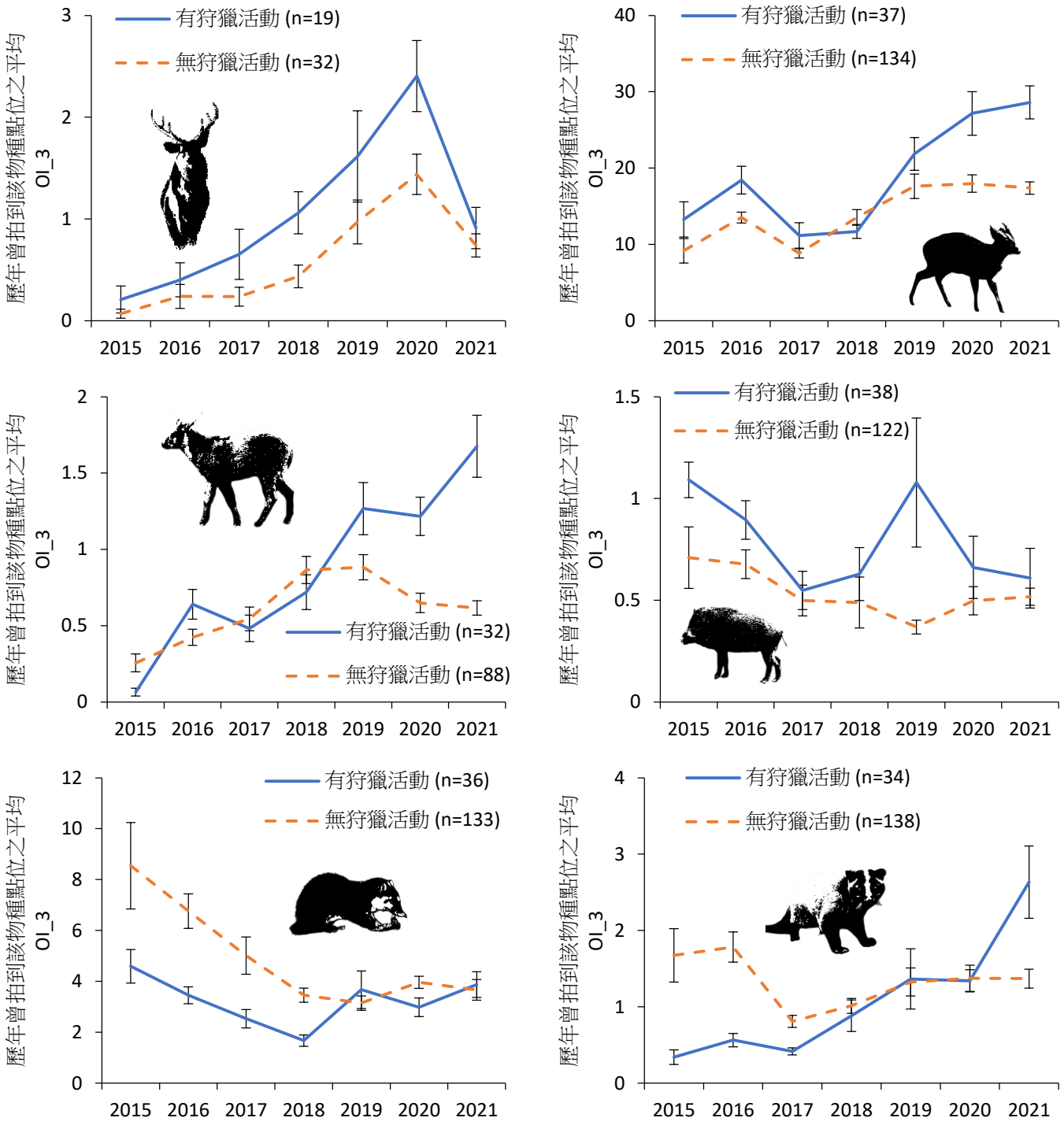


圖 20。長期監測網 183 台相機樣點各哺乳類物種在有狩獵活動的樣點與無狩獵活動的樣點之年平均 OI_3 比較。縱軸為 OI_3，實線為有狩獵活動的樣點，虛線為無狩獵活動的樣點。

1101158

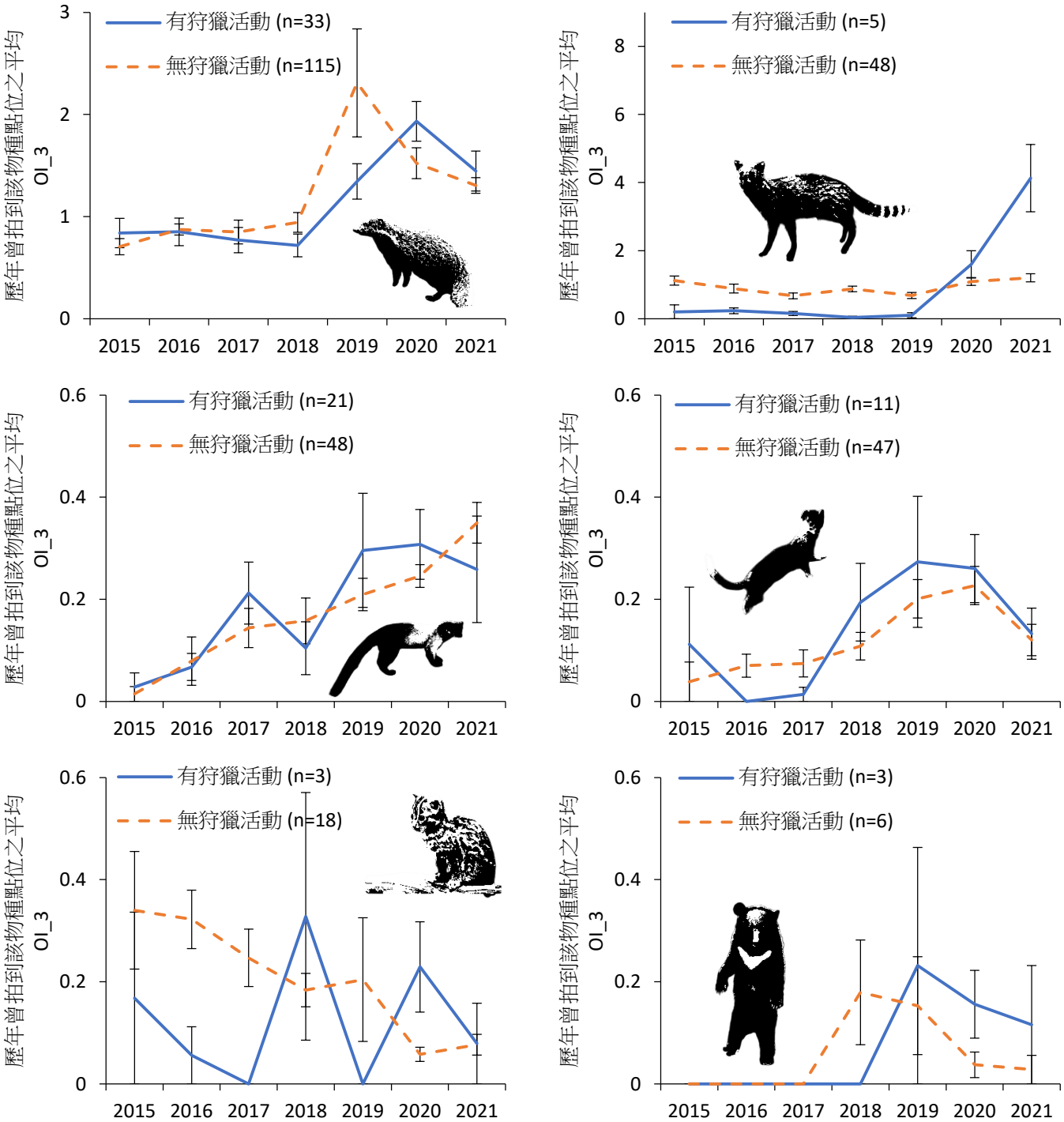


圖 20(續)。長期監測網 183 台相機樣點各哺乳類物種在有狩獵活動的樣點與無狩獵活動的樣點之年平均 OI_3 比較。縱軸為 OI_3，實線為有狩獵活動的樣點，虛線為無狩獵活動的樣點。

1101158

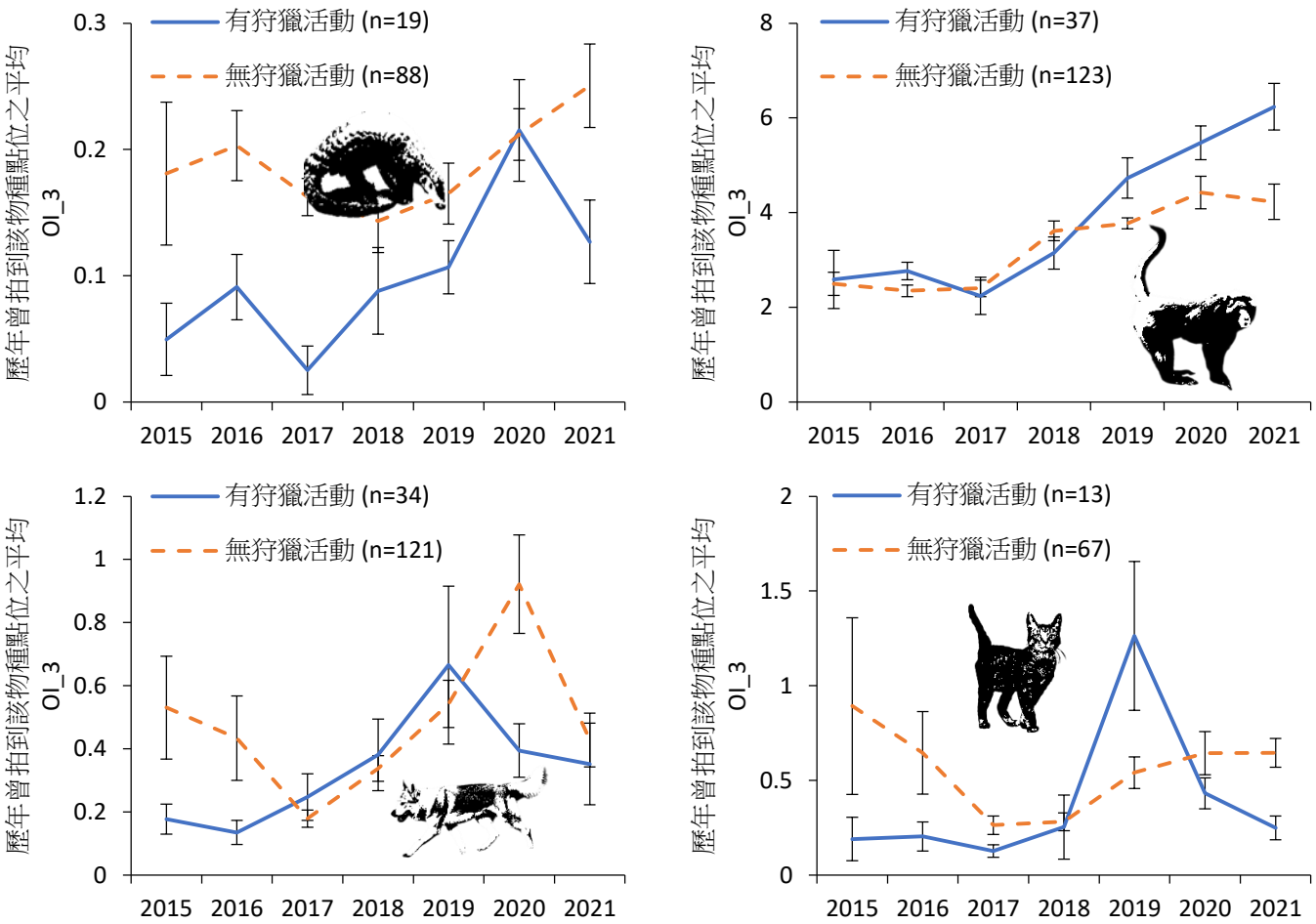


圖 20 (續)。長期監測網 183 台相機樣點各哺乳類物種在有狩獵活動的樣點與無狩獵活動的樣點之年平均 OI_3 比較。縱軸為 OI_3，實線為有狩獵活動的樣點，虛線為無狩獵活動的樣點。

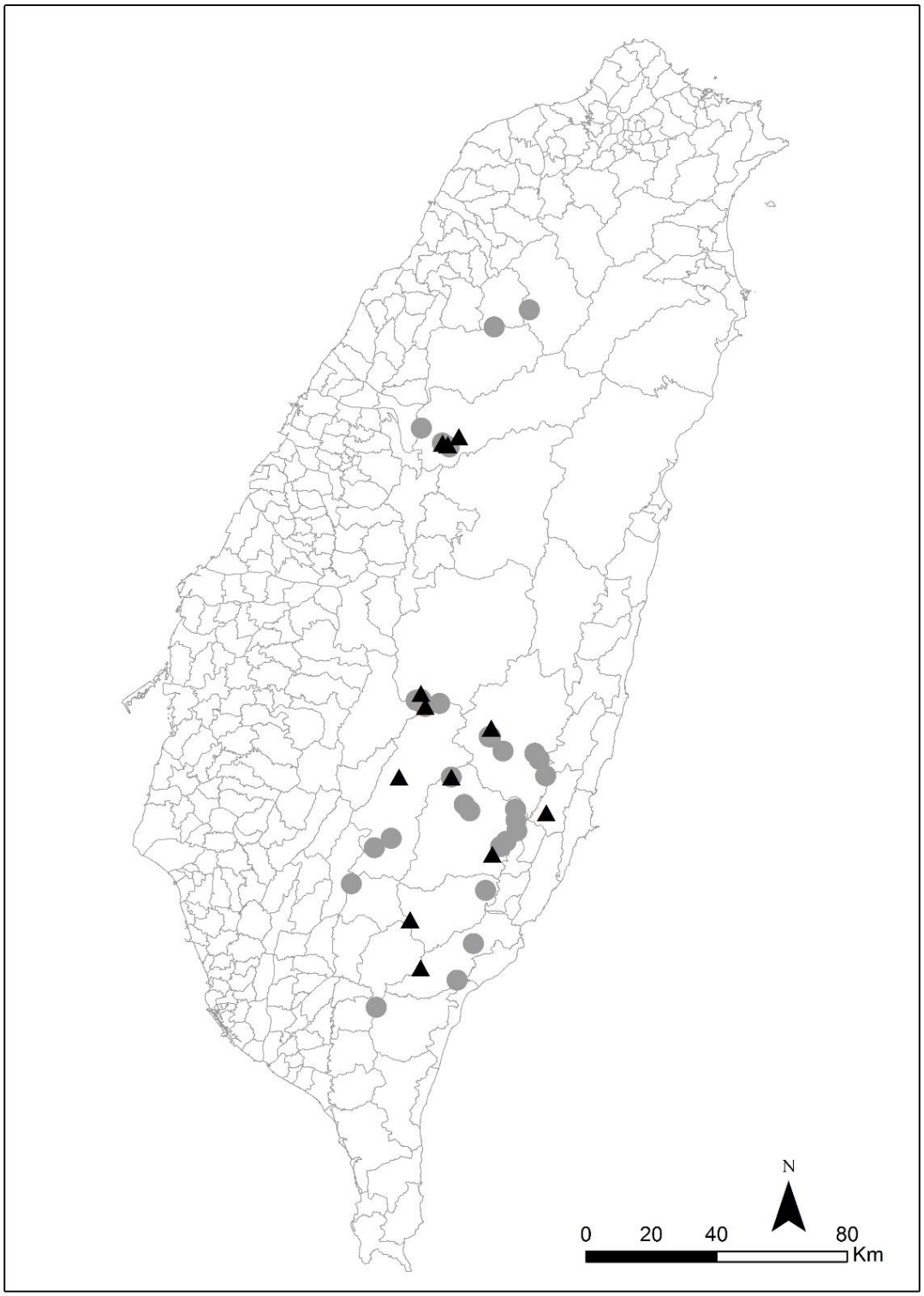


圖 21。2009 年到 2021 年間學術研究或新聞媒體報導臺灣黑熊出現之地點(●為 2009 年 1 月至 2020 年 11 月的新聞報導、▲為 2020 年 12 月至 2021 年 11 月的新聞報導)。

1101158

圖 22。單機版上傳介面主要功能畫面。

圖 23。資料上傳進度區及標註/上傳狀態顯示。

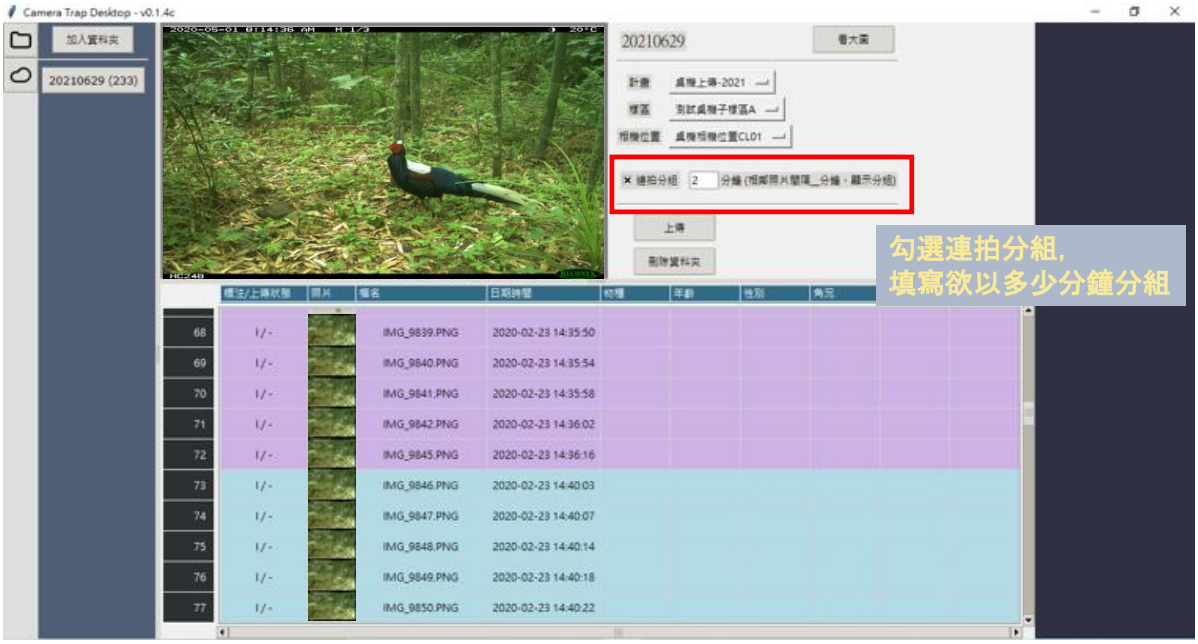


圖 24。連拍自動補齊分組呈現。

圖 25。單張影像的放大瀏覽功能。

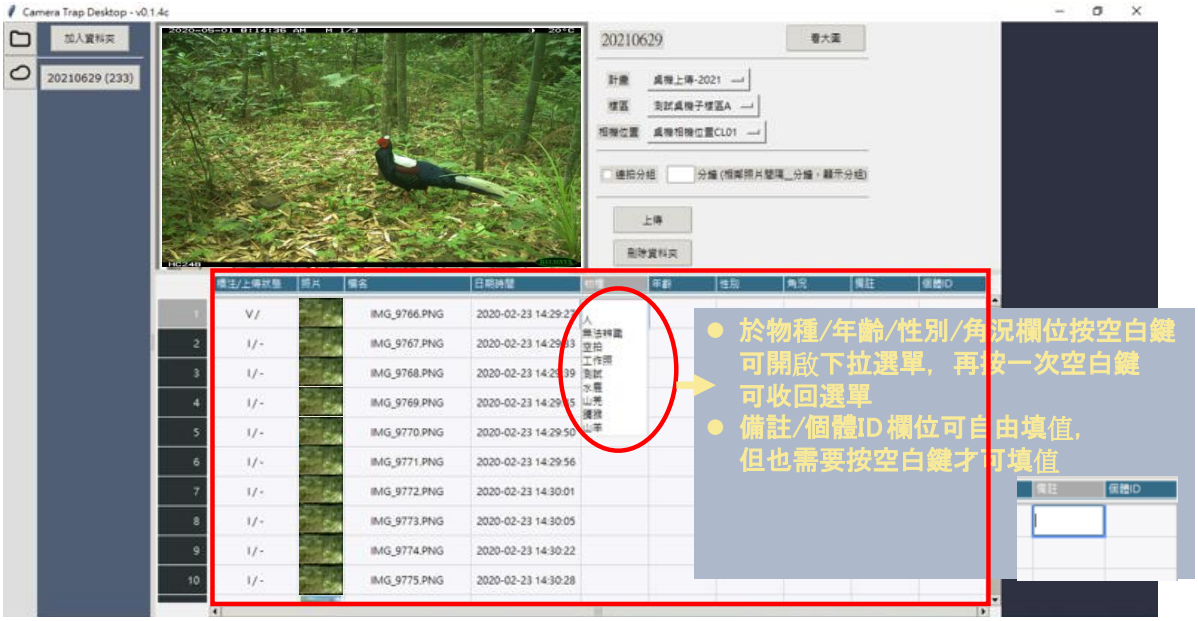


圖 26。影像資料標註欄位的下拉式選單及自由填寫功能。

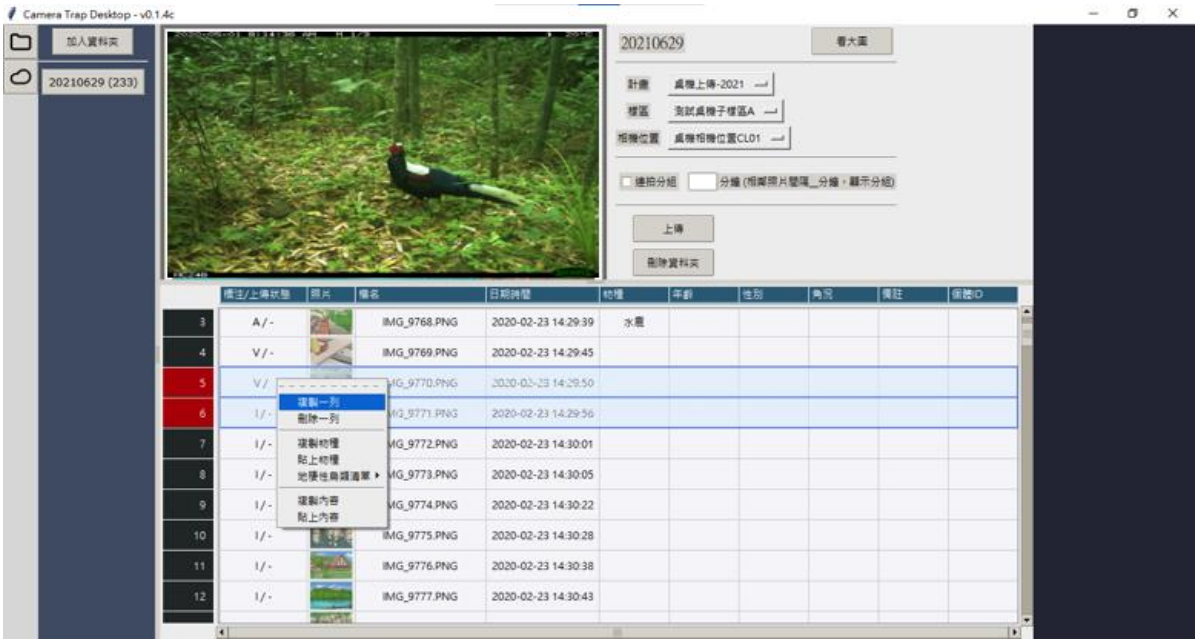


圖 27a。複製影像的「複製一列」功能。

圖 27b。複製之影像編號呈現方式。

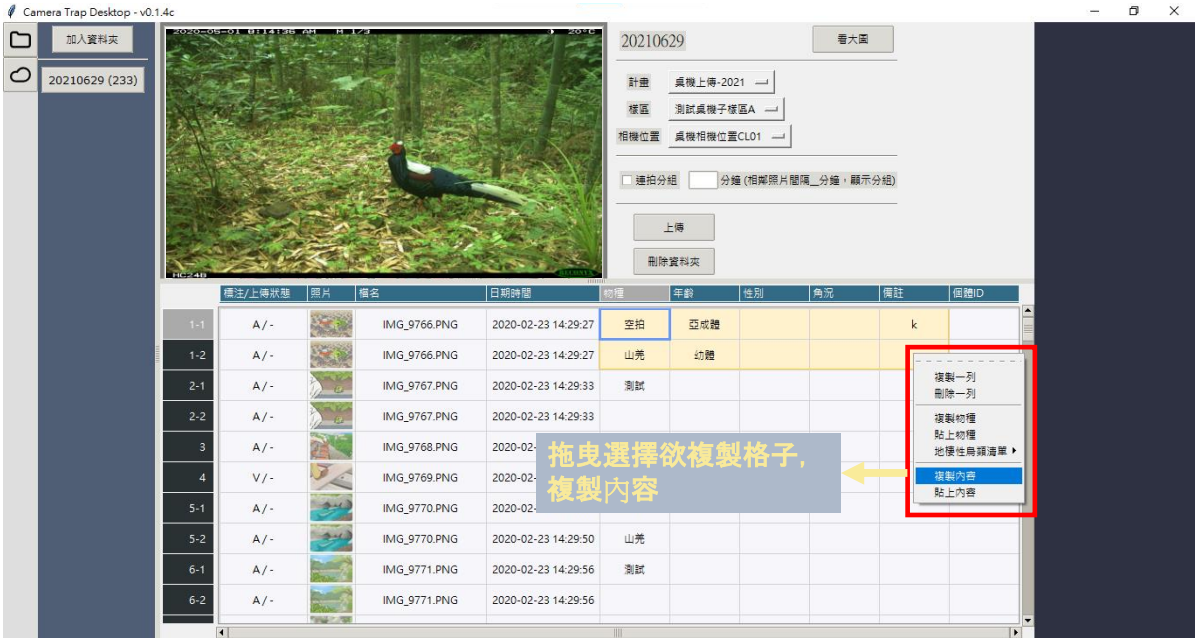


圖 28。複製內容之功能操作方式。

花蓮處

羅東處

新竹處

南投處

台東處

東勢處

嘉義處

屏東處

圖 29。至各林管處辦理教育訓練情形。

1101158

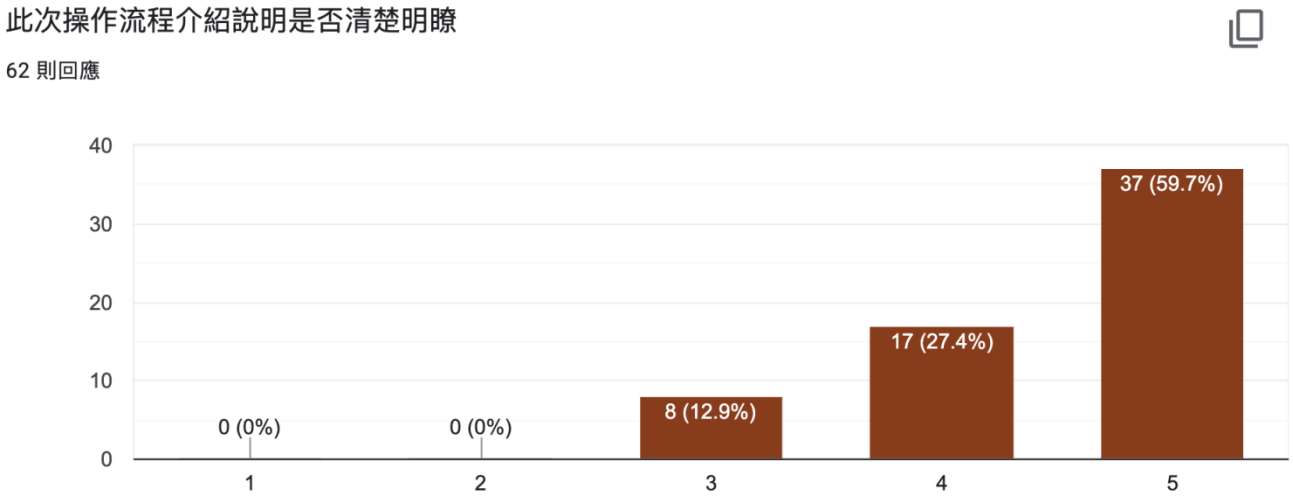


圖 30。教育訓練回饋問卷統計—操作流程介紹說明是否清楚明瞭。

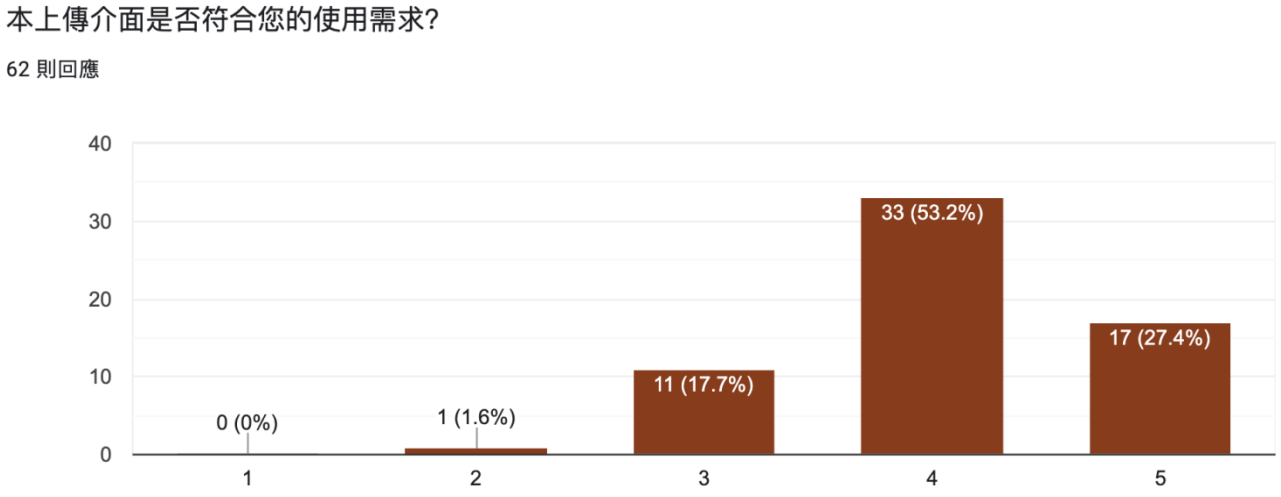


圖 31。教育訓練回饋問卷統計—上傳介面是否符合使用需求。

附錄一 長期監測樣點各哺乳類監測成果短評。

A. 台灣水鹿 *Rusa unicolor swinhoei*

偶蹄目

鹿科

截至 2021 年 8 月，長期監測網中有 51 個樣點(27.9%)曾拍攝到水鹿(圖 A1)，低海拔(<1000 公尺)及中海拔(1000-2000 公尺)樣點分別有 23 及 25 台樣點曾拍到，高海拔 5 個樣點中則有 3 個曾拍到(圖 A2)。海拔分布最低及最高都是位於花蓮的樣點，分別是 42 公尺(秀林鄉木瓜溪流域)及 3371 公尺(玉里鎮)。從全島的尺度來看，水鹿主要分布於東部三縣市及南投，另外苗栗、台中、嘉義及高雄的山區也有較少的零星樣點曾拍到。水鹿的歷年平均相對豐度，於 2018 年之前以低海拔樣點較高；2019 年開始則是高海拔樣點有明顯的增加(圖 A2)，其中又主要來自於南投信義鄉丹大野生動物重要棲息環境的 NT31 樣點。歷年除低海拔樣點的水鹿相對豐度趨勢較為平緩之外，中、高海拔樣點皆有提高的趨勢，但三種海拔高度的豐度皆於今年又明顯的降低。

自 2015 年 9 月開始監測以來，整體而言水鹿每月相對豐度是顯著上升的(表 3, $r=0.64$, $p<0.001$)。以月平均 OI_3 來看（圖 A3），水鹿的相對豐度約於春末至秋季(5-9 月)時較高；以年平均 OI_3 來看則是至 2020 年皆年年增高、但今年明顯地降低（圖 A4）。若將歷年曾拍攝到水鹿之每個樣點的相對豐度變化趨勢分類，可發現僅有 2 個樣點呈現顯著下降的趨勢、10 個樣點呈現顯著上升的趨勢，其餘則沒有明顯的變化（圖 A5）。下降的兩個樣點皆位於台東，分別是位於延平鄉及海端鄉的低海拔樣點。

水鹿全天時段皆可見，活動高峰主要落在晨昏時段，特別是清晨 3-6 點時刻，接近中午出現機率最低(圖 A6)。水鹿出現點位中，同時有犬或貓的比例分別為 72.5%及 31.4%(圖 5、6，頁 53)，相較於其他中大型哺乳類動物，水鹿與犬貓共域的比例是較低的，其與犬的平均每月相對豐度相關性呈顯著正相關($r=0.32$, $p<0.01$, 圖 A7)，與貓則無關聯($r=-0.009$, $p=0.93$, 圖 A8)。

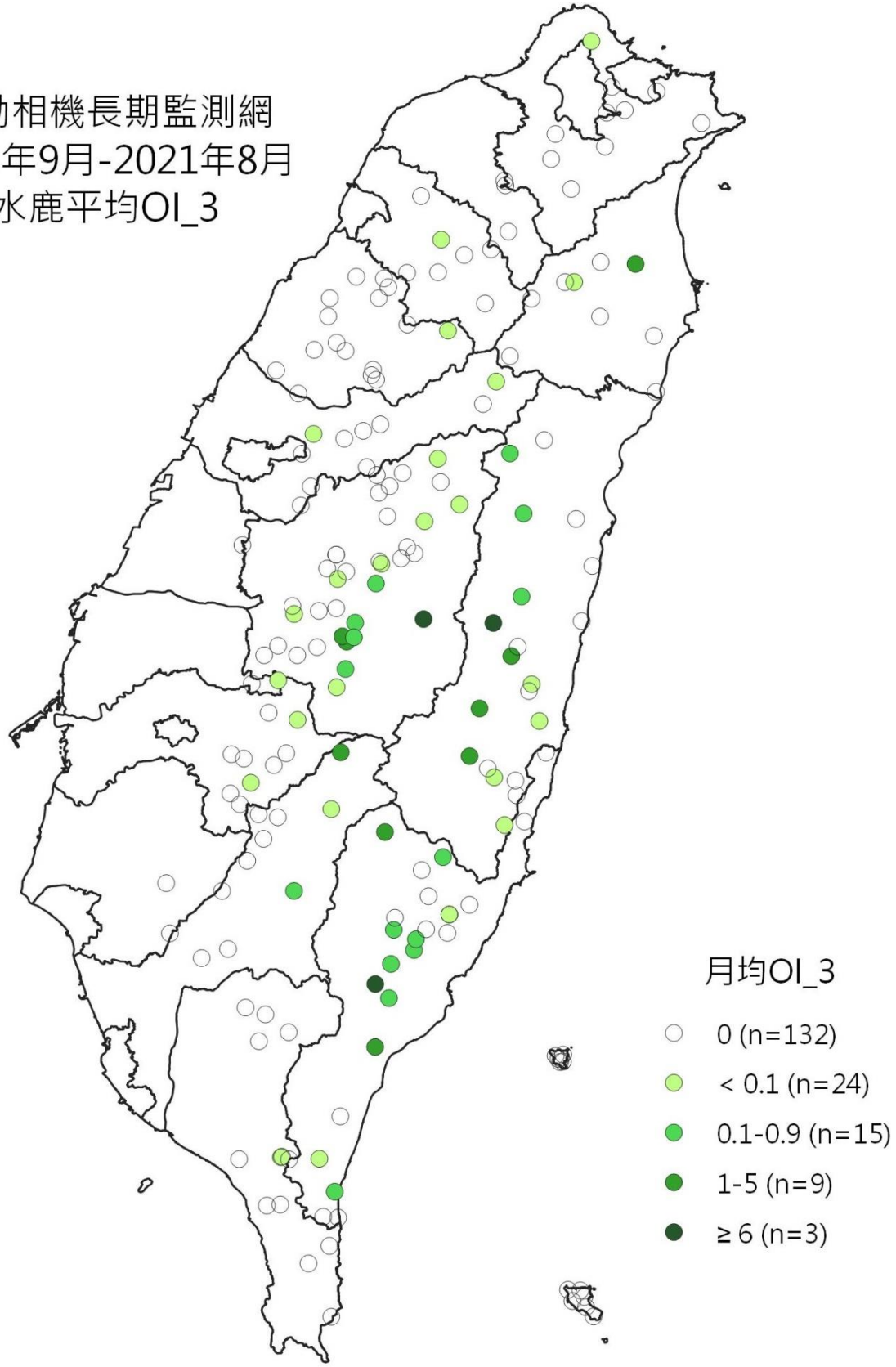


圖 A1。林務局自動相機長期監測網 2015 年 9 月至 2021 年 8 月水鹿相對豐度(OI_3)之月平均值。

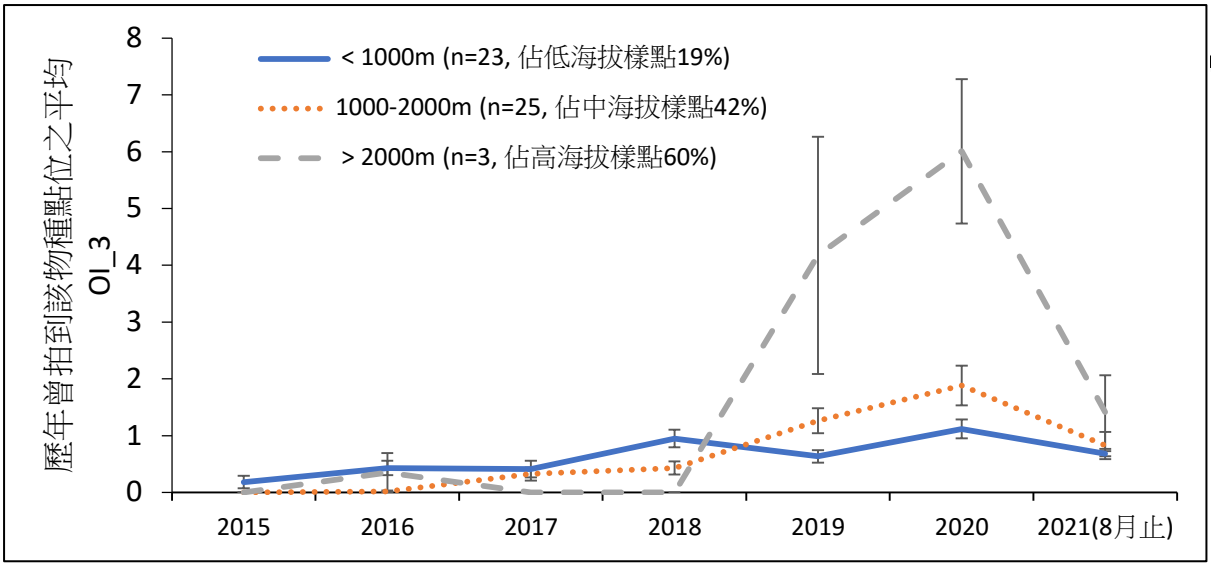


圖 A2。林務局自動相機長期監測網三種海拔範圍拍攝水鹿之相對豐度(OI_3)變化趨勢。

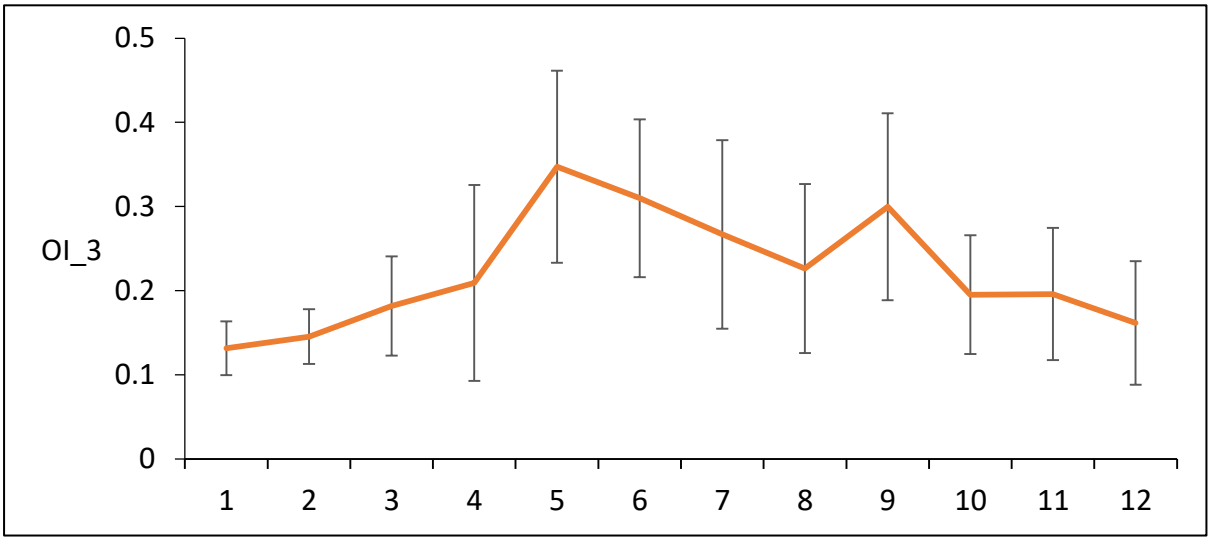


圖 A3。林務局自動相機長期監測網水鹿月平均 OI_3 之變化趨勢。

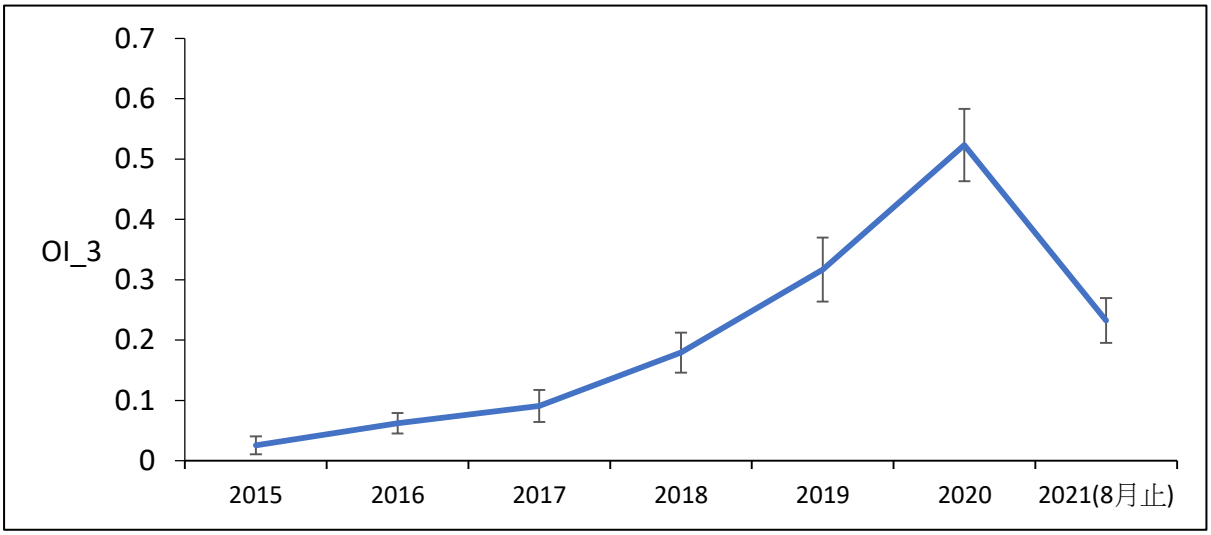


圖 A4。林務局自動相機長期監測網水鹿年平均 OI_3 之變化趨勢。

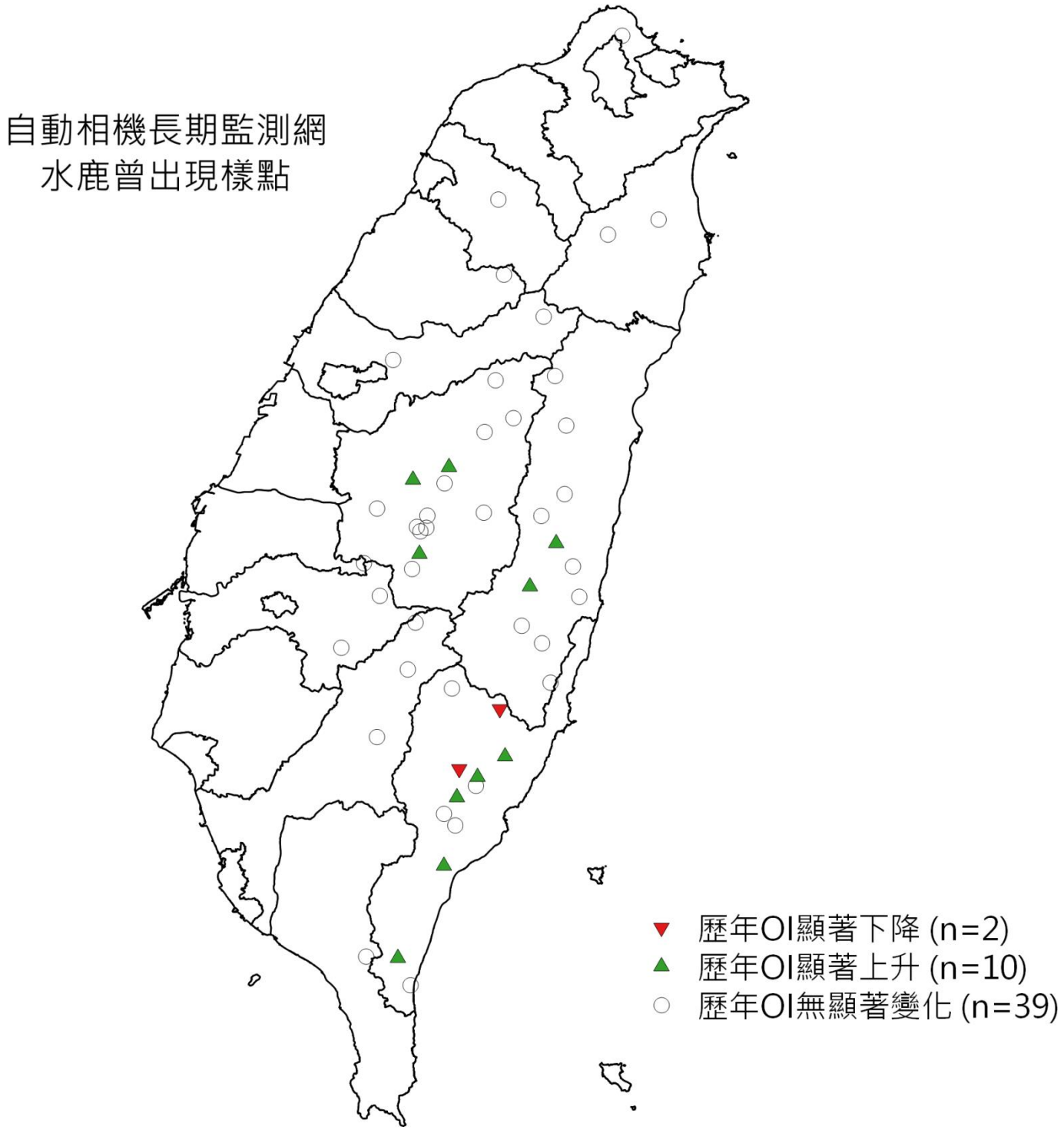


圖 A5。林務局自動相機長期監測網 2015 年 9 月至 2021 年 8 月水鹿相對豐度變化趨勢分類圖。

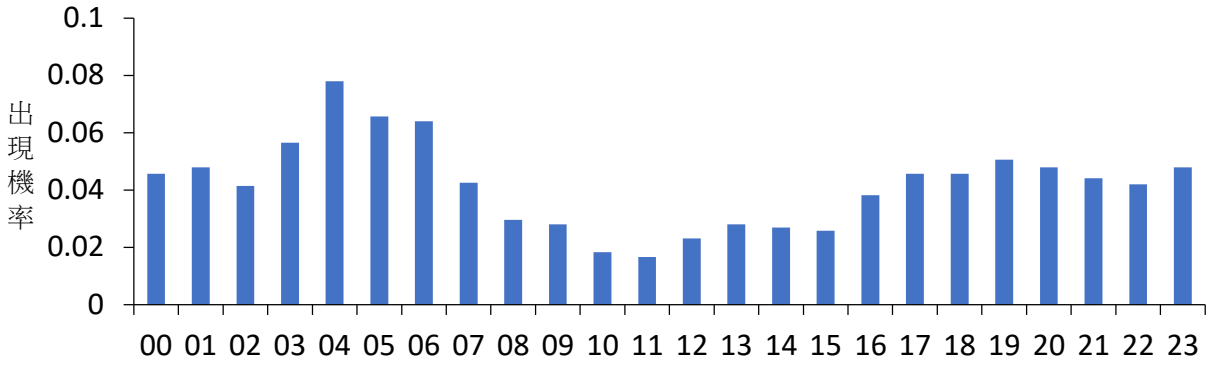


圖 A6。林務局自動相機長期監測網水鹿出現機率統計。橫軸為時間(小時)，縱軸為出現機率。24 小時出現機率合計為 1。

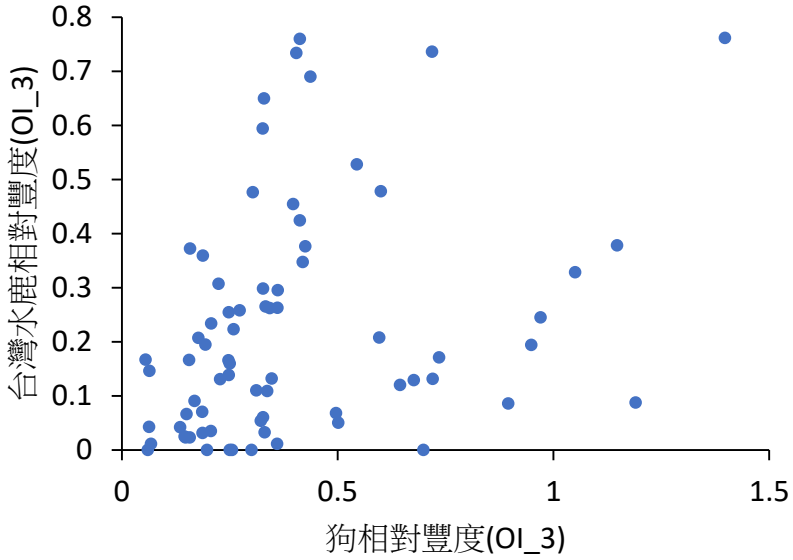


圖 A7。林務局自動相機長期監測網水鹿與犬每月相對豐度(OI_3)關係圖。

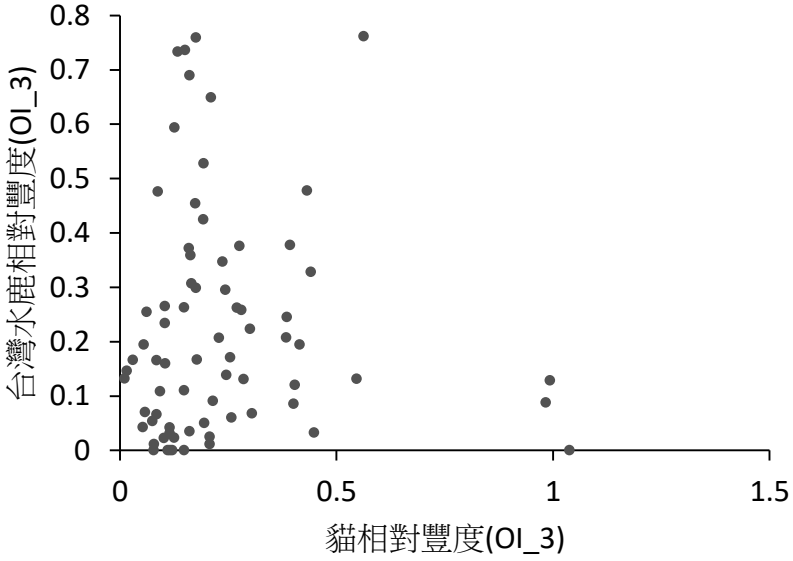


圖 A8。林務局自動相機長期監測網水鹿與貓每月相對豐度(OI_3)關係圖。

B. 山羌 *Muntiacus reevesi micrurus*

偶蹄目

鹿科

截至 2021 年 8 月，長期監測網中有 171 個樣點(93.4%)曾拍攝到山羌（圖 B1），歷年僅本島 6 個中低海拔及 6 個位於蘭嶼之相機樣點未曾拍到，2000 公尺以上之 5 個樣點則全數有出現山羌的紀錄(圖 B2)。樣點海拔介於 30 公尺至 3371 公尺，是廣泛分布的物種。從海拔分布來看山羌的豐度，歷年平均相對豐度最高主要落在低海拔(<1000 公尺)樣點，高海拔樣點(>2000 公尺)的相對豐度則在 2018 年呈現高峰，後恢復平穩(圖 B2)。各種海拔的平均相對豐度整體而言都有上升的趨勢。

自 2015 年 9 月開始監測以來，山羌相對豐度是穩定上升的(表 3, r=0.63, p<0.001)。以月平均 OI_3 來看（圖 B3），山羌的相對豐度約於夏季(5-7 月)較高；歷年平均 OI_3 除 2017 年下降以外，每年逐漸上升，今年則與去年豐度趨近（圖 B4）。若將歷年曾拍攝到山羌之每個樣點的相對豐度變化趨勢分類，可發現有 16 個樣點呈現顯著下降的趨勢、76 個樣點呈現顯著上升的趨勢且相較半年前之統計數據(64)有大幅的增加；其餘樣點則沒有明顯的豐度變化（圖 B5）。

山羌全日皆活動，活動高峰主要落在晨昏時段，分別是 5-7 以及 16-18 點(圖 B6)。其出現點位中，同時有犬或貓的比例分別為 84.2%及 40.9%(圖 5、6，頁 53)，與狗共域的機率是較高的，然而以長期監測網 183 台相機樣點之歷年每月平均 OI_3 來看，山羌與犬貓相對豐度相關性分別都呈些微正相關(圖 B7、B8)但未達顯著，其中與狗 OI_3 的相關係數為 0.20，與一般「遊蕩犬隻可能對山羌造成影響」的認知不相符，未來本研究可針對此情況進行更仔細的探究，進一步檢視兩者之間的共存關係。

建議：

檢驗「同樣有山羌及犬隻出現」的相機樣點兩者相對豐度的關係，以及山羌活動模式在這些樣點是否因應犬隻而有所改變。

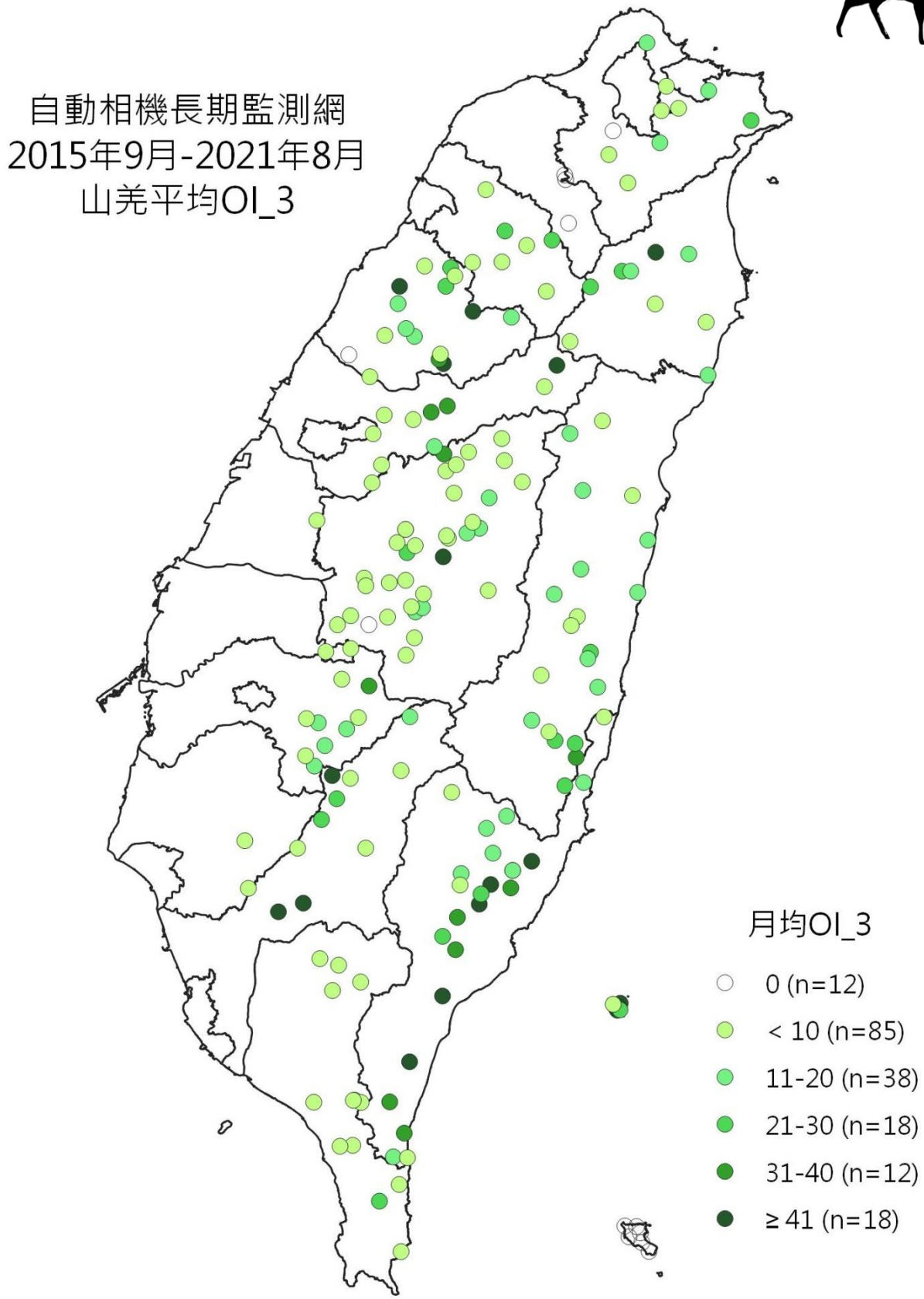


圖 B1。林務局自動相機長期監測網 2015 年 9 月至 2021 年 8 月山羌相對豐度(OI_3)之月平均值。

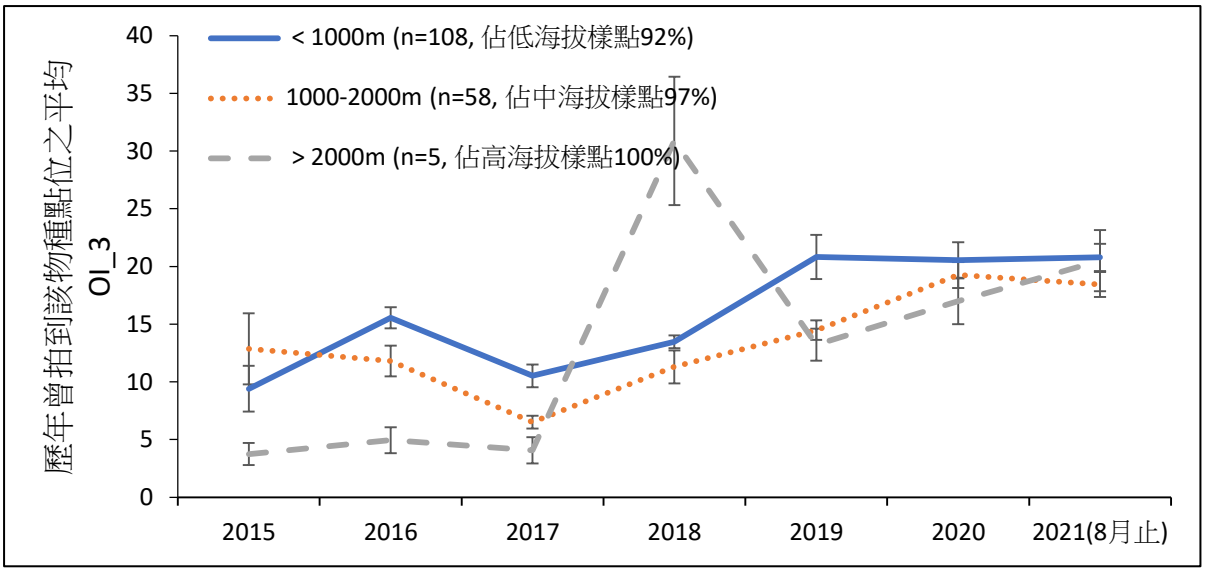


圖 B2。林務局自動相機長期監測網三種海拔範圍拍攝山羌之相對豐度(OI_3)變化趨勢。

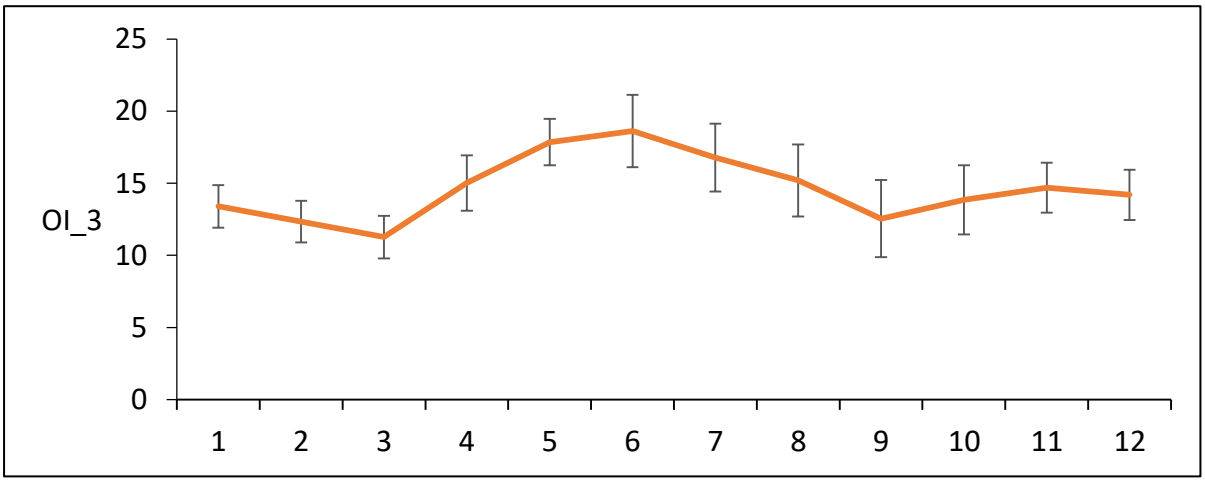


圖 B3。林務局自動相機長期監測網山羌月平均 OI_3 之變化趨勢。

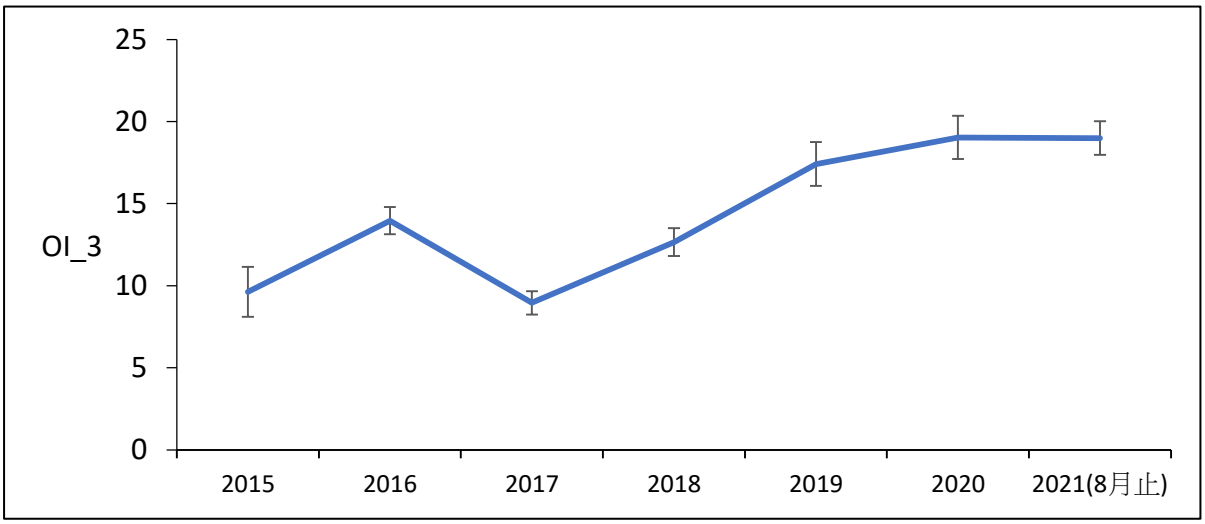


圖 B4。林務局自動相機長期監測網山羌年平均 OI_3 之變化趨勢。

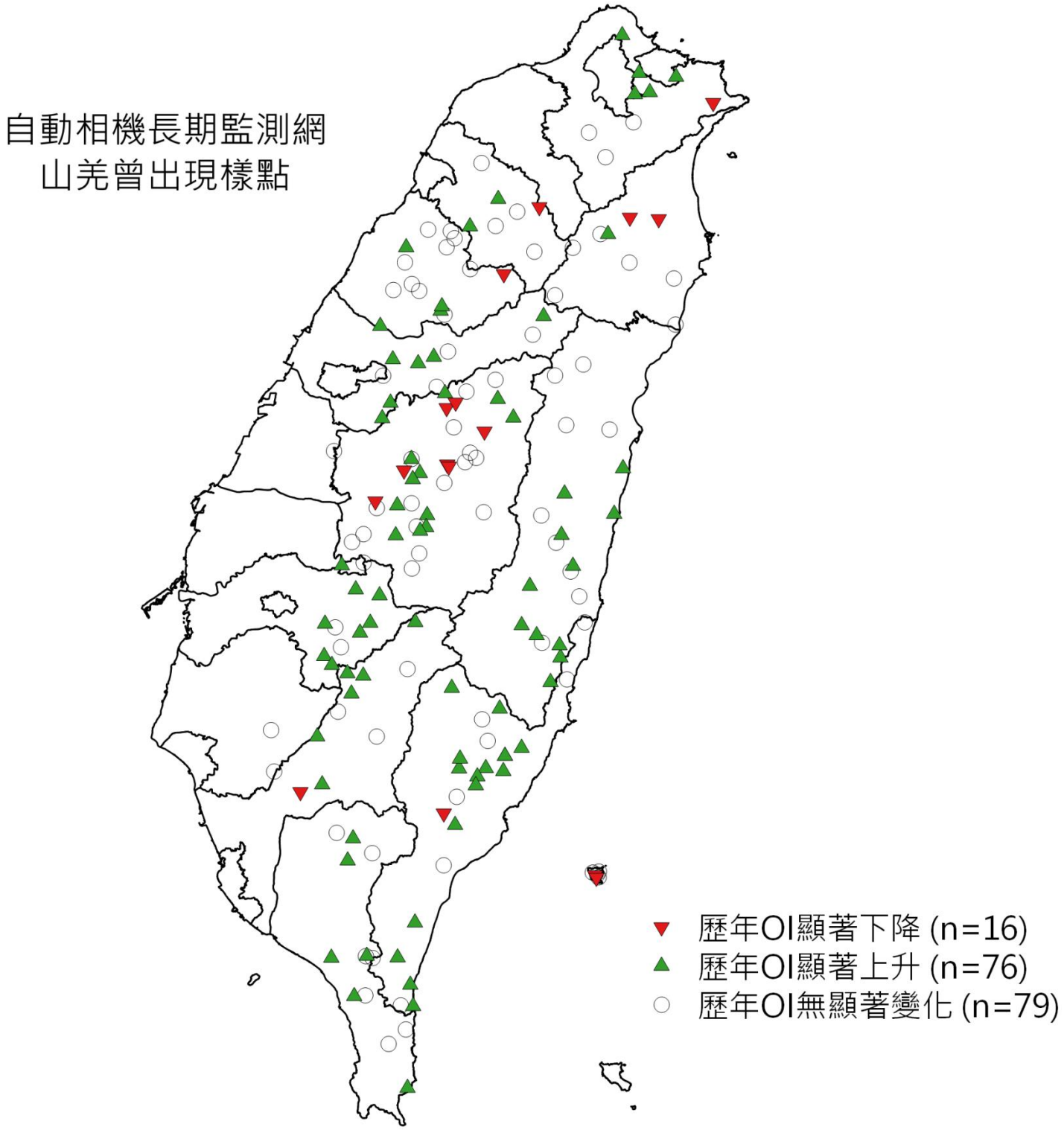


圖 B5。林務局自動相機長期監測網 2015 年 9 月至 2021 年 8 月山羌相對豐度變化趨勢分類圖。

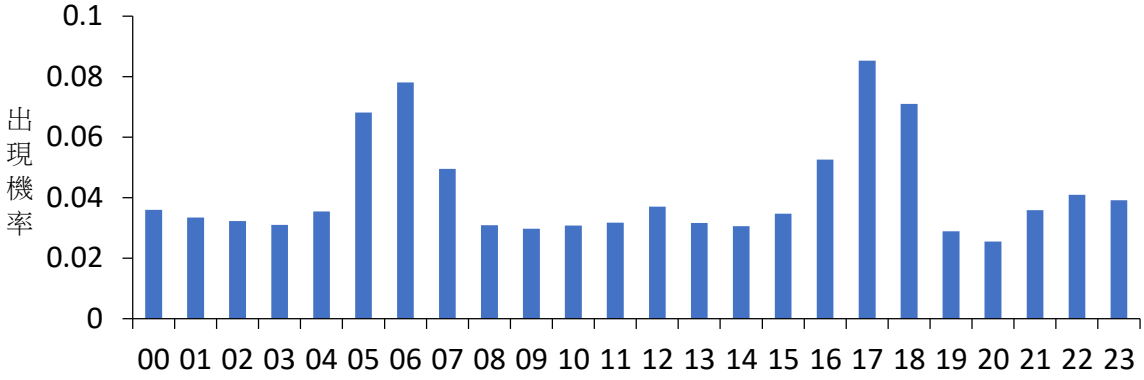


圖 B6。林務局自動相機長期監測網山羌出現機率統計。橫軸為時間(小時)，縱軸為出現機率。24 小時出現機率合計為 1。

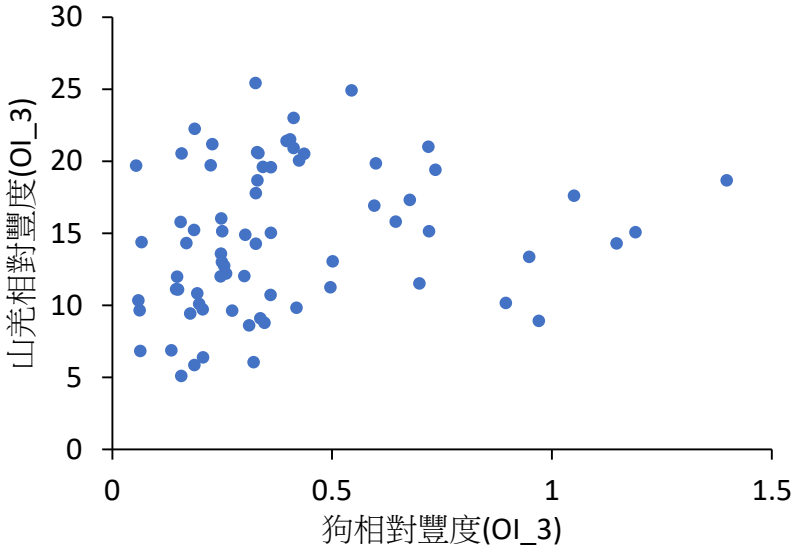


圖 B7。林務局自動相機長期監測網山羌與犬每月相對豐度(OI_3)關係圖。

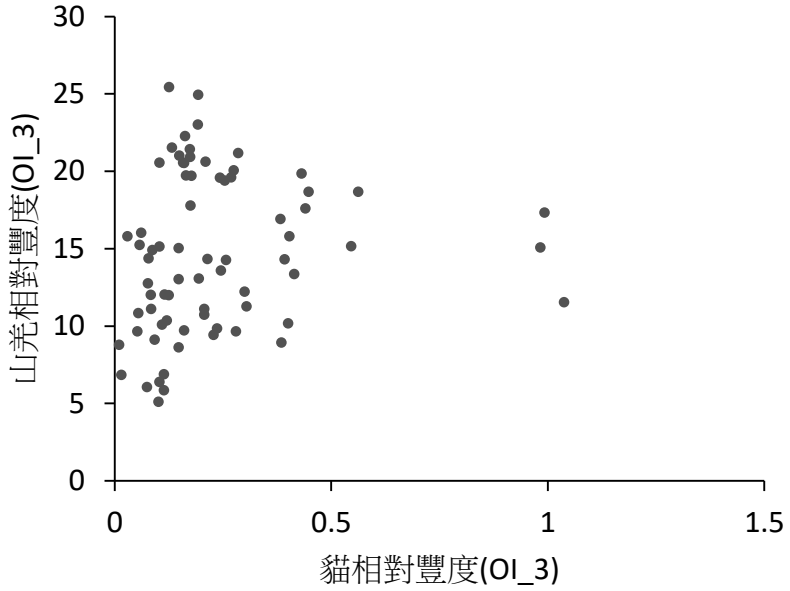


圖 B8。林務局自動相機長期監測網山羌與貓每月相對豐度(OI_3)關係圖。

C. 台灣野山羊 *Capricornis swinhoei*

偶蹄目

牛科

截至 2021 年 8 月，長期監測網中有 120 個樣點(65.6%)曾拍攝到野山羊（圖 C1），1000 公尺以上之中高海拔樣點有八成以上皆曾拍到，低於 1000 公尺的樣點也有 66 台(圖 C2)，海拔介於 42 公尺至 2899 公尺。從全島的尺度來看，除基隆、台北、桃園、彰化及台南以外其餘各縣市皆有拍攝紀錄，是廣泛分布的物種。從海拔分布來看，歷年平均相對豐度最高主要落在中海拔(1000-2000 公尺)樣點，高海拔樣點(>2000 公尺)的相對豐度則在 2020 年首次超越中海拔(圖 C2)，中、高海拔樣點相對豐度都於今年持續上升，低海拔樣點則相對持平。

自 2015 年 9 月開始監測以來，整體而言野山羊相對豐度是穩定上升的(表 3, $r=0.61$, $p<0.001$)。以月平均 OI_3 來看（圖 C3），野山羊的相對豐度約於春、夏兩季(3-6 月)略高；歷年平均 OI_3 自 2015 年至 2019 年則有越來越高的趨勢，去年些微下降後今年又繼續回升（圖 C4）。若將歷年曾拍攝到野山羊之每個樣點的相對豐度變化趨勢分類，則可發現僅有 12 個樣點呈現顯著下降的趨勢、21 個樣點呈現顯著上升的趨勢，其餘則沒有明顯的變化（圖 C5）。

野山羊全日皆活動，活動高峰主要落在晨昏時段(圖 C6)。其出現點位中也有犬或貓的比例分別為 78.3%及 28.3%(圖 5、6，頁 53)，相較於其他中大型哺乳類動物，野山羊與犬貓共域的比例是較低的；其與犬、貓的平均每月相對豐度相關性分別呈正相關($r=0.20$, $p=0.093$)與負相關($r=-0.054$, $p=0.651$)(圖 C7、C8)，皆未達顯著。

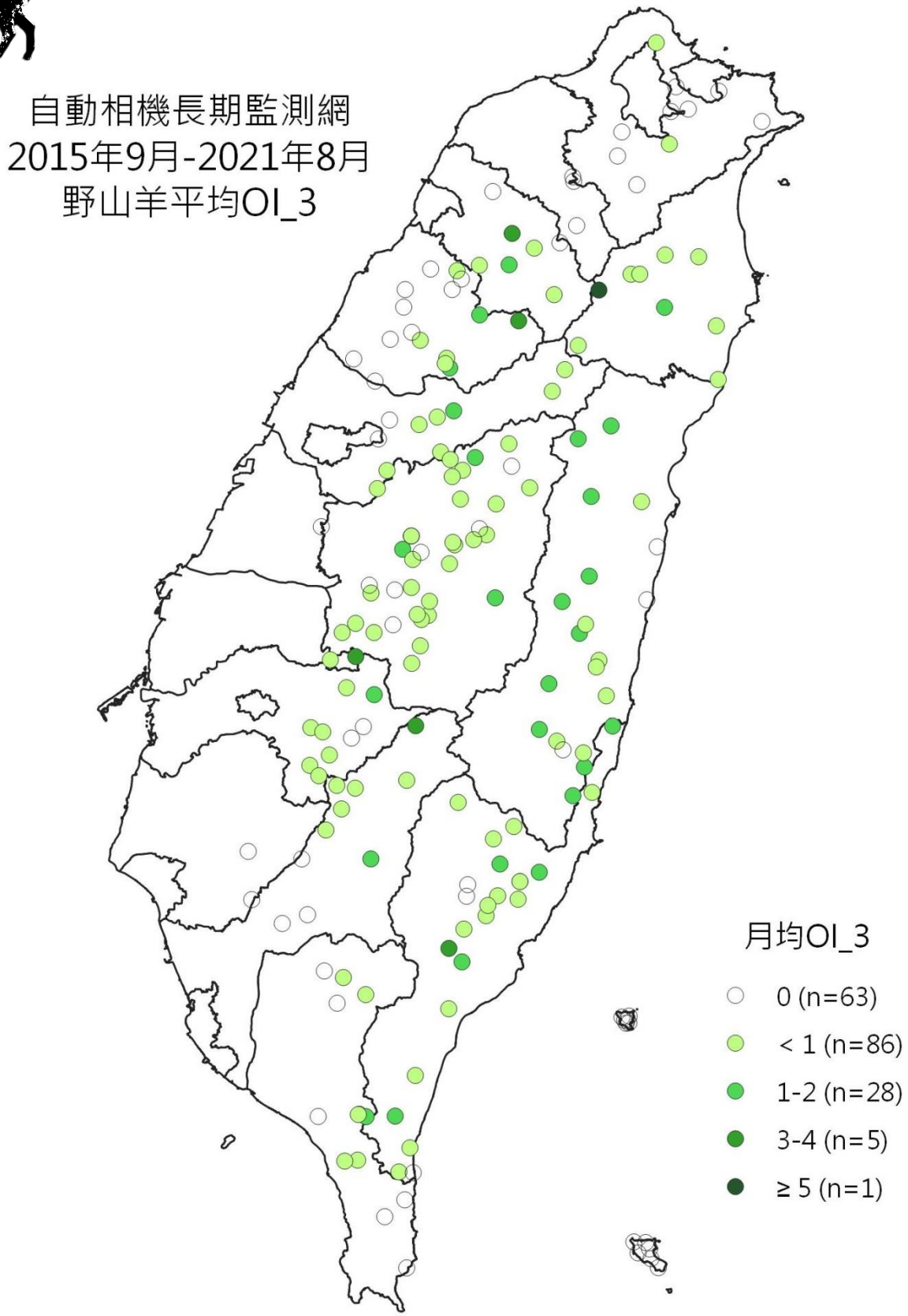


圖 C1。林務局自動相機長期監測網 2015 年 9 月至 2021 年 8 月野山羊相對豐度(OI_3)之月平均值。

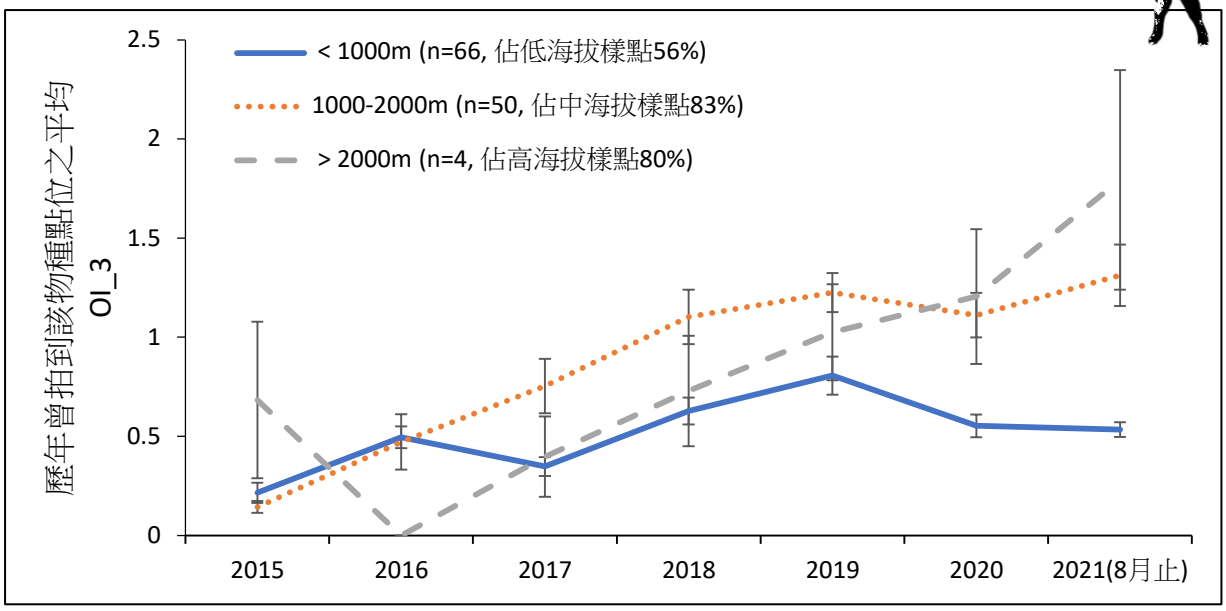


圖 C2。林務局自動相機長期監測網三種海拔範圍拍攝野山羊之相對豐度(OI_3)變化趨勢。

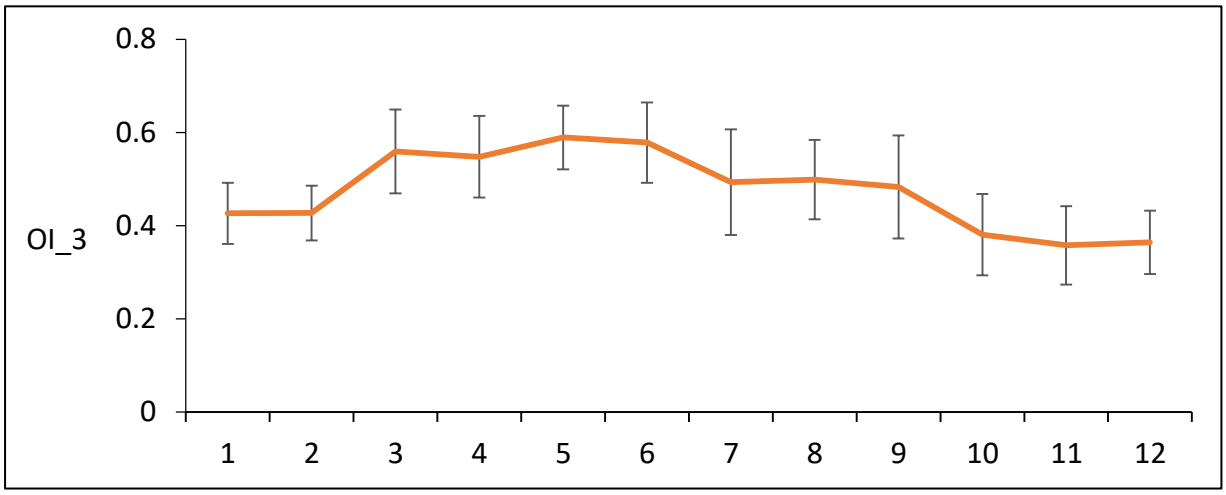


圖 C3。林務局自動相機長期監測網野山羊月平均 OI_3 之變化趨勢。

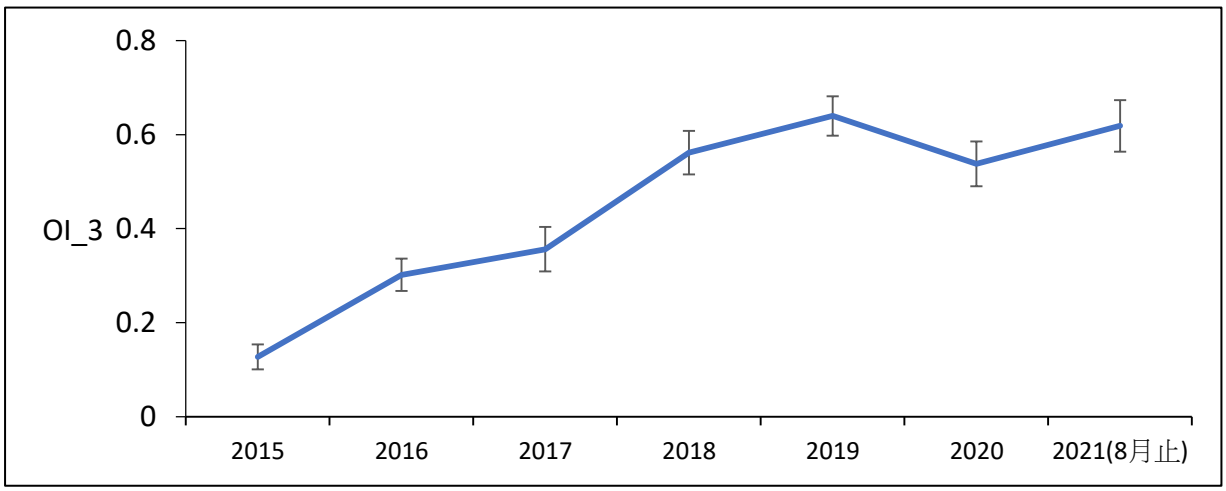


圖 C4。林務局自動相機長期監測網野山羊年平均 OI_3 之變化趨勢。

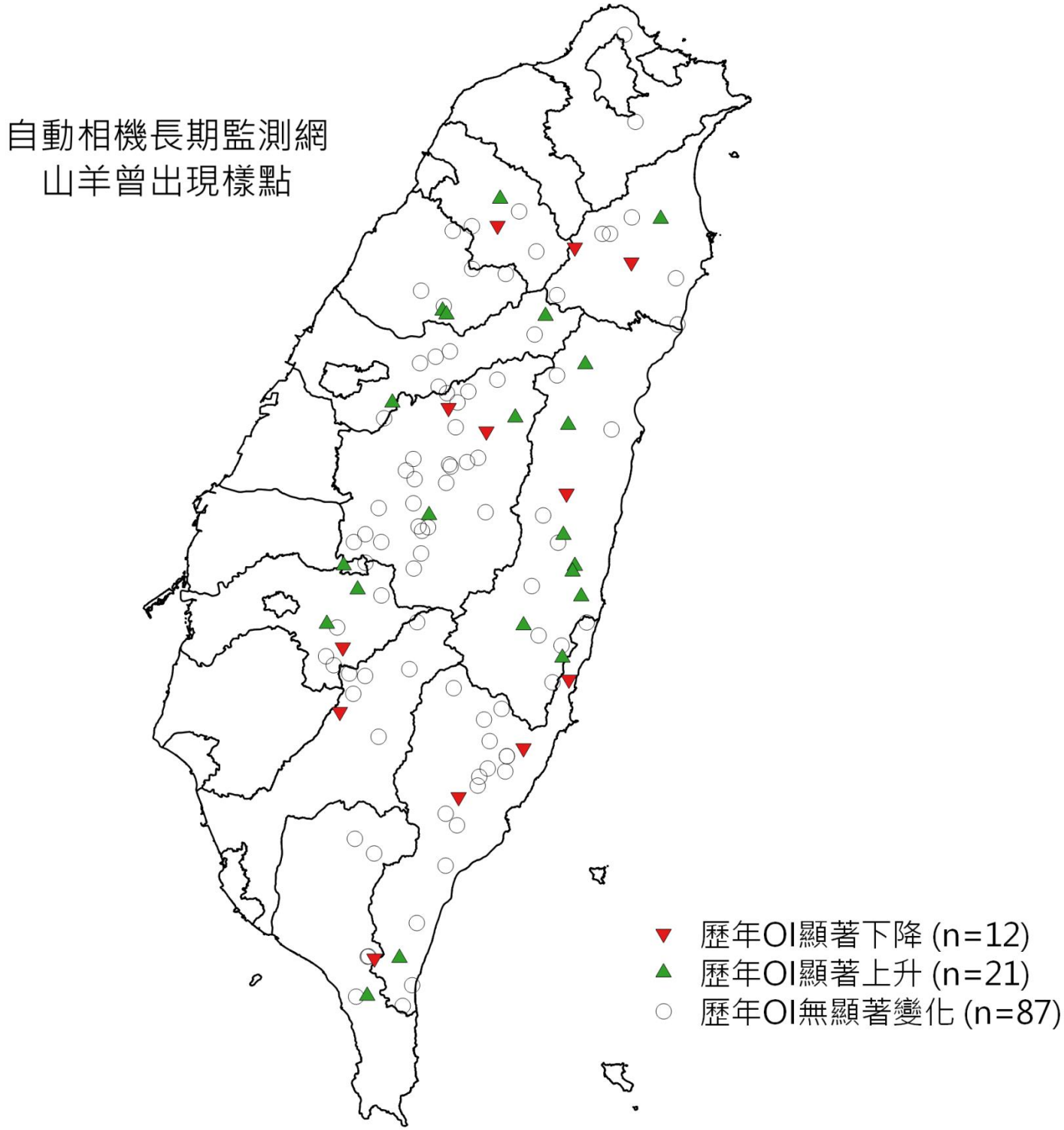


圖 C5。林務局自動相機長期監測網 2015 年 9 月至 2021 年 8 月野山羊相對豐度變化趨勢分類圖。

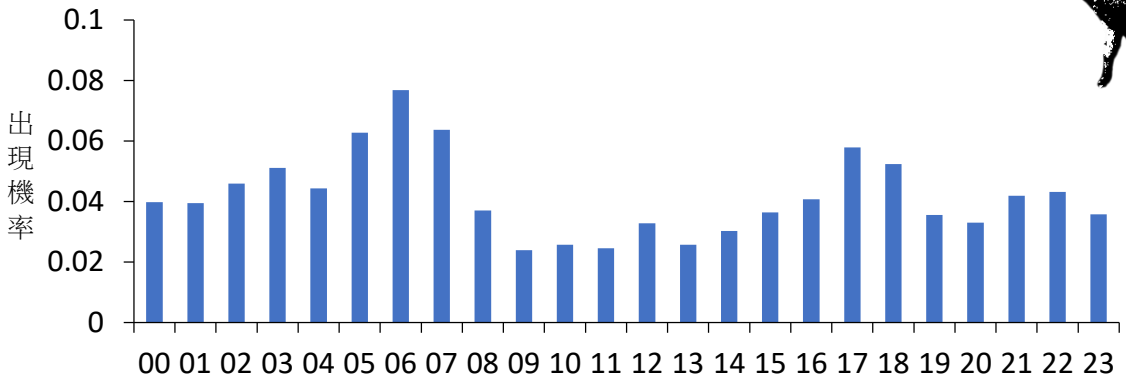


圖 C6。林務局自動相機長期監測網野山羊出現機率統計。橫軸為時間(小時)，縱軸為出現機率。24 小時出現機率合計為 1。

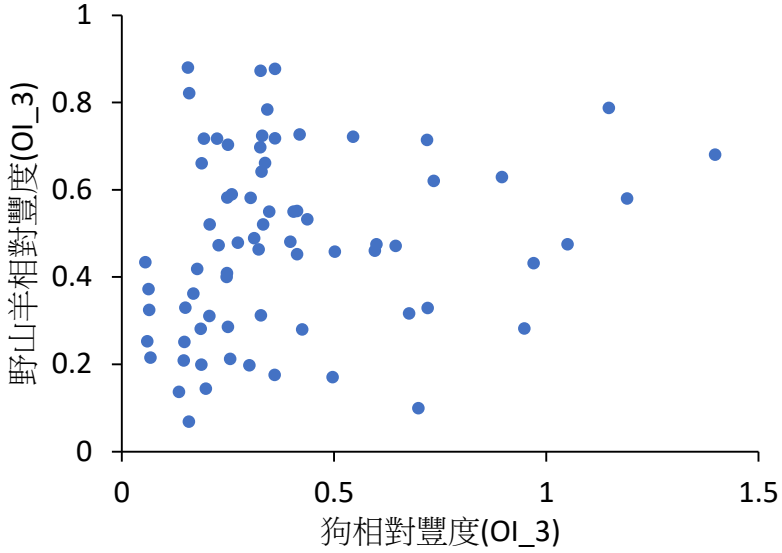


圖 C7。林務局自動相機長期監測網野山羊與犬每月相對豐度(OI_3)關係圖。

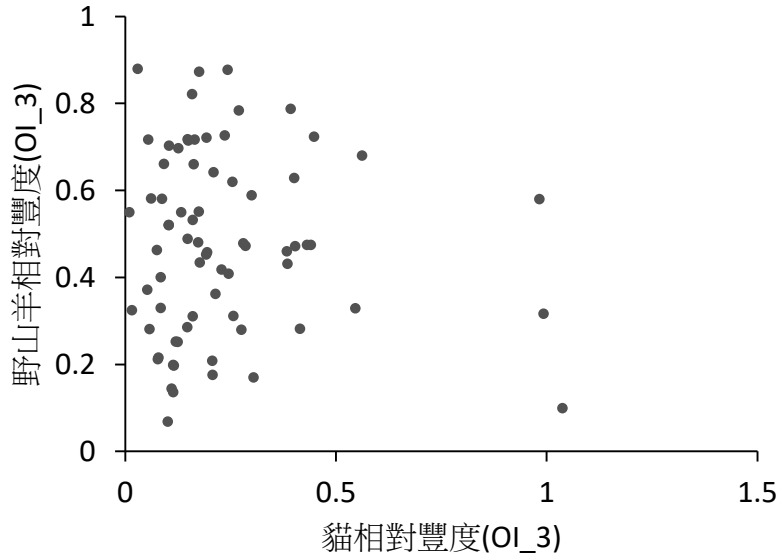


圖 C8。林務局自動相機長期監測網野山羊與貓每月相對豐度(OI_3)關係圖。

D. 台灣野豬 *Sus scrofa taivanus*

偶蹄目

豬科

截至 2021 年 8 月，長期監測網中有 160 個樣點(87.4%)曾拍攝到野豬（圖 D1），高中低海拔樣點皆有八成以上有野豬的紀錄，其中低海拔樣點最多(101 台，圖 D2)，分布的樣點海拔涵蓋 30 至 3371 公尺。從全島的尺度來看，除台北、彰化及台南以外之其餘縣市樣點皆曾拍到過野豬。野豬的歷年平均相對豐度，低、中海拔樣點呈現平緩的趨勢，高海拔 5 個樣點的平均豐度則自 2017 年開始逐年下降，今年持續下降至歷年最低點(圖 D2)，其中高海拔樣點下降幅度最大的為長期監測網 183 台的最高海拔樣點(HL13B，海拔 3371 公尺，位於花蓮玉里鎮)，詳細原因仍有待更仔細的探究。

不過自 2015 年 9 月開始監測以來，將野豬的歷年每月相對豐度與時間做線性迴歸分析結果，整體下降的趨勢並沒有達到顯著(表 3, r=-0.17, p=0.164)。以長期監測網 183 台之月平均 OI_3 來看（圖 D3），野豬的相對豐度約於夏、秋兩季略為較高；年平均 OI_3 則是自 2017 年後就趨於平穩（圖 D4）。若將歷年曾拍攝到野豬之每個樣點的相對豐度變化趨勢分類，可發現有 24 個樣點呈現顯著下降的趨勢，值得注意的是這些顯著下降的情況多集中於中部(南投、苗栗)及東部(花蓮、宜蘭)地區，這些豐度顯著下降的樣點當中，多為低海拔樣點(19 個)，4 個為中海拔樣點、1 個高海拔樣點；南部縣市樣點則多無明顯的變化趨勢；23 個樣點呈現顯著上升的趨勢（圖 D5）。此外蘭嶼小耳豬豐度於蘭嶼的 3 個樣點也是顯著下降的。

野豬全天時段皆有活動，活動高峰主要落在晨昏時段(圖 D6)。野豬出現點位中，同時有犬、貓的比例分別為 82.5%及 39.4%(圖 5、6，頁 53)，其與犬貓的平均每月相對豐度都無顯著的關聯(圖 D7、D8)。

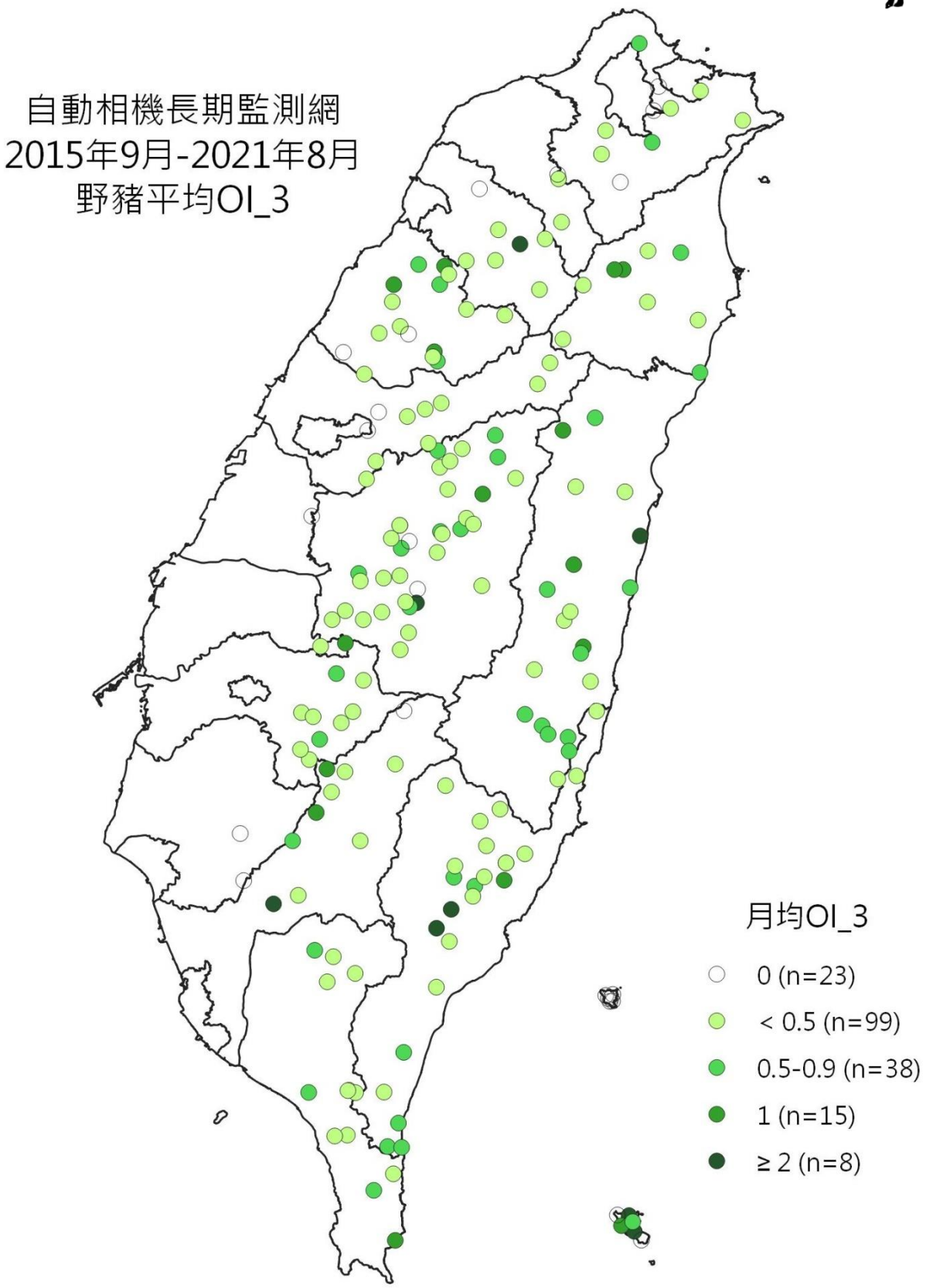


圖 D1。林務局自動相機長期監測網 2015 年 9 月至 2021 年 8 月野豬相對豐度(OI_3)之月平均值。

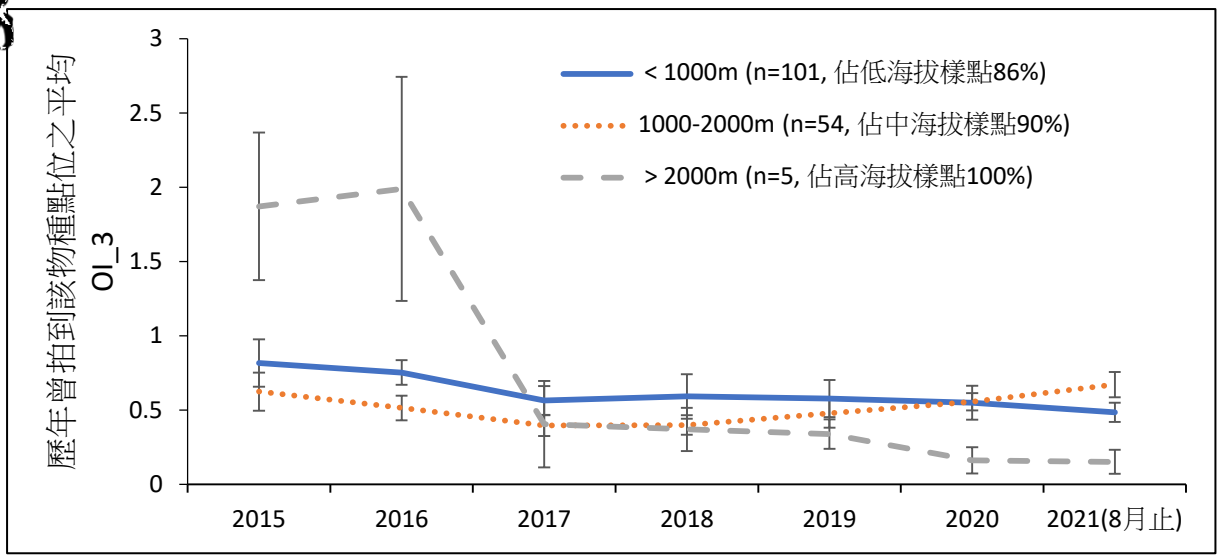


圖 D2。林務局自動相機長期監測網三種海拔範圍拍攝野豬之相對豐度(OI_3)變化趨勢。

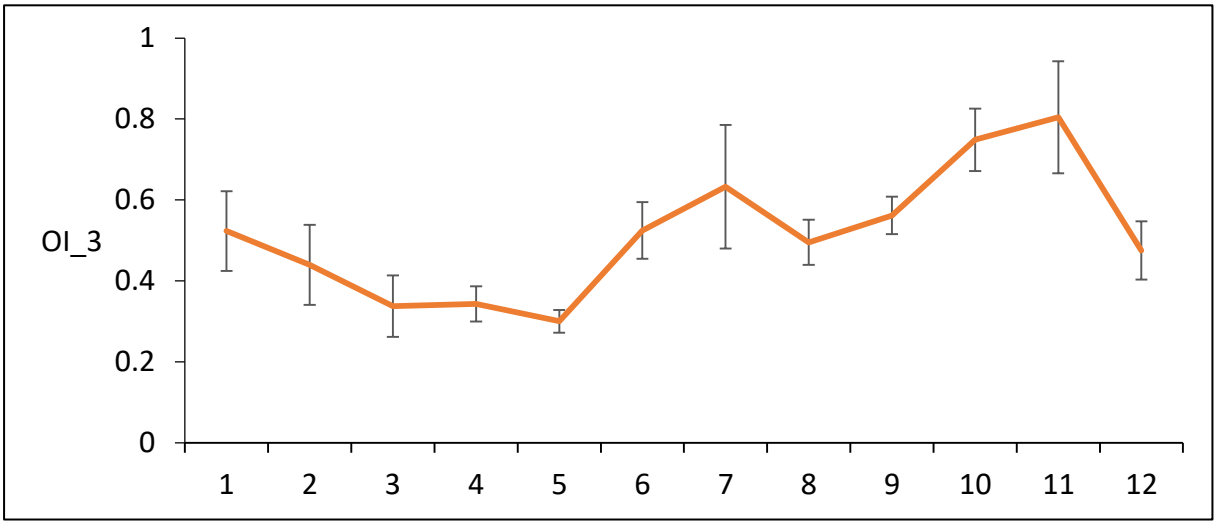


圖 D3。林務局自動相機長期監測網野豬月平均 OI_3 之變化趨勢。

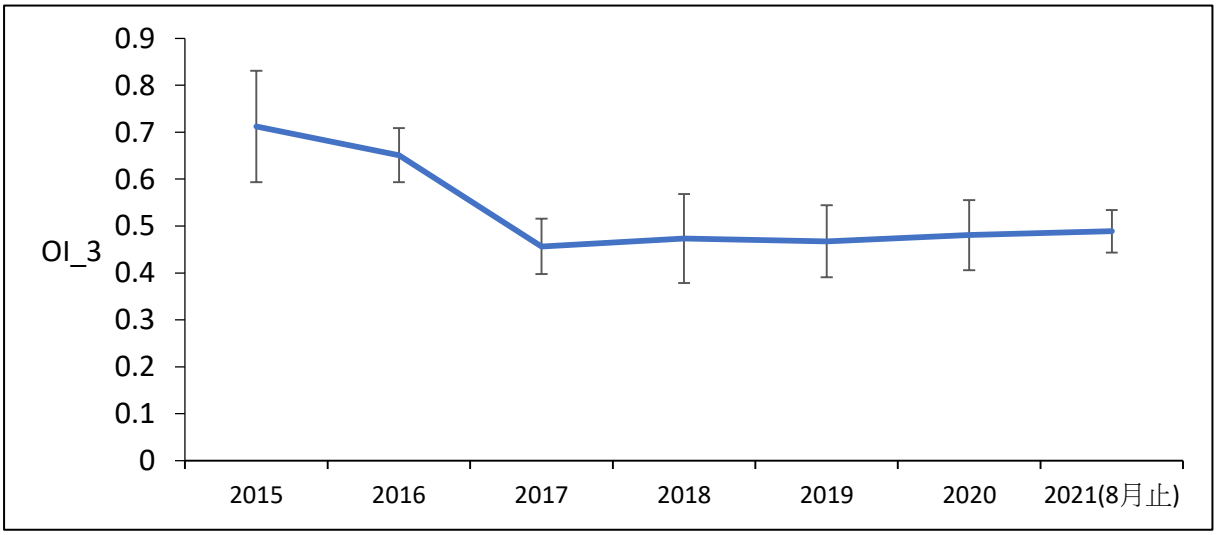


圖 D4。林務局自動相機長期監測網野豬年平均 OI_3 之變化趨勢。

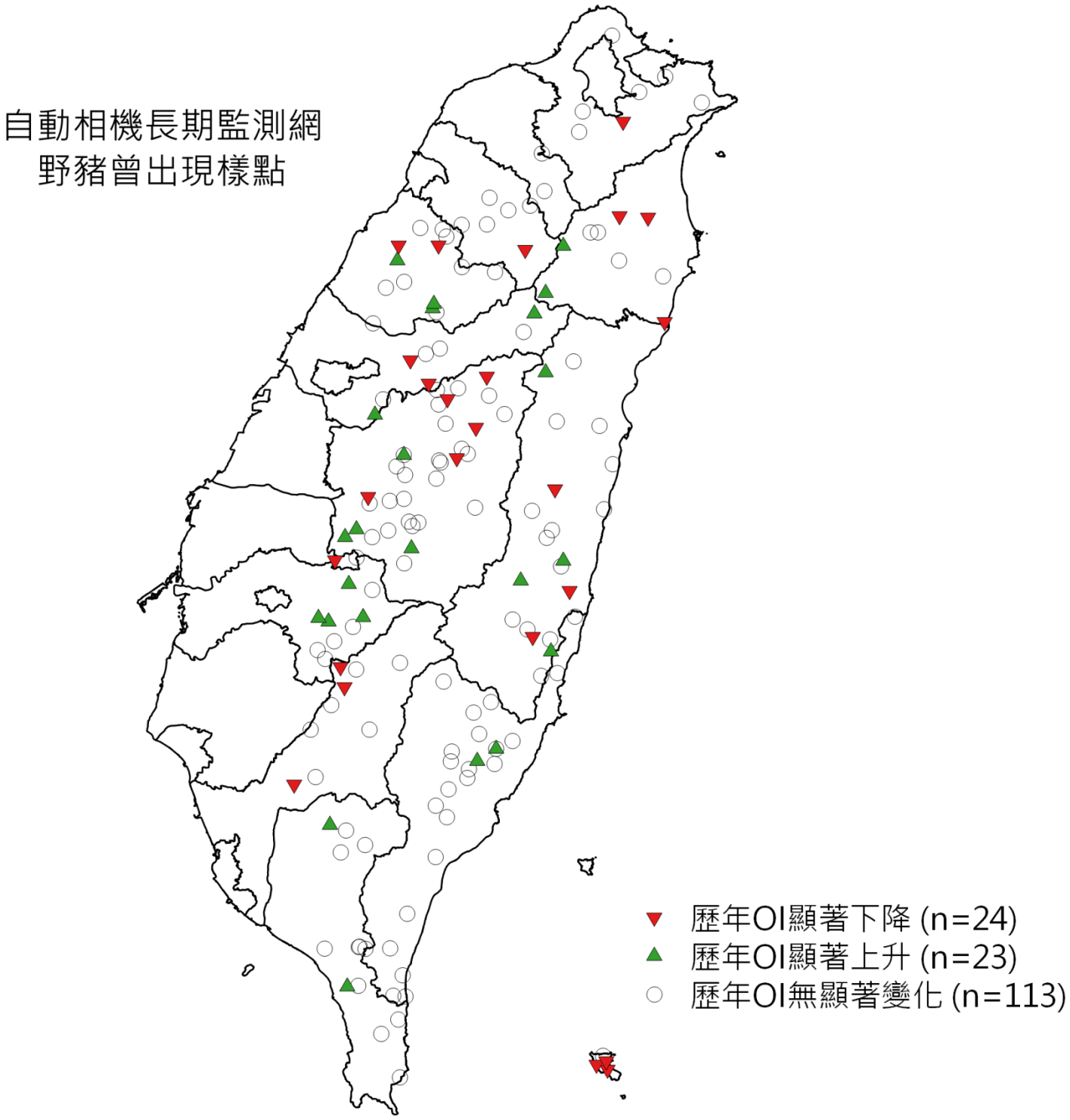


圖 D5。林務局自動相機長期監測網 2015 年 9 月至 2021 年 8 月野豬相對豐度變化趨勢分類圖。

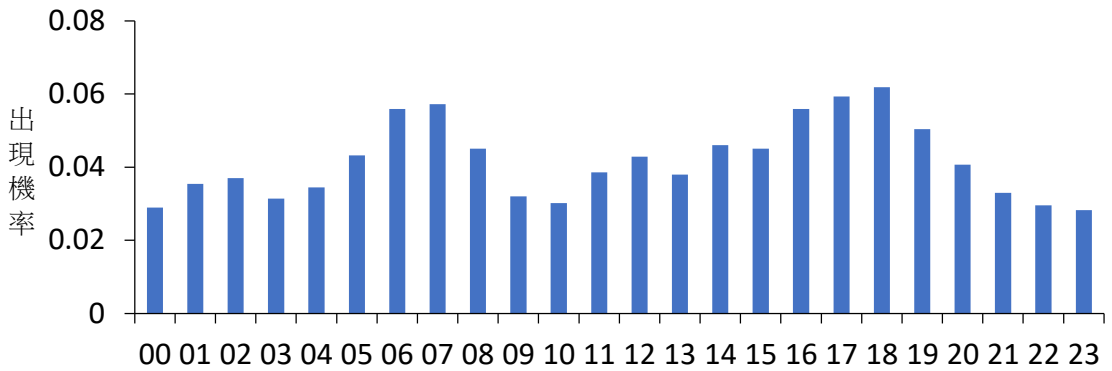


圖 D6。林務局自動相機長期監測網野豬出現機率統計。橫軸為時間(小時)，縱軸為出現機率。24 小時出現機率合計為 1。

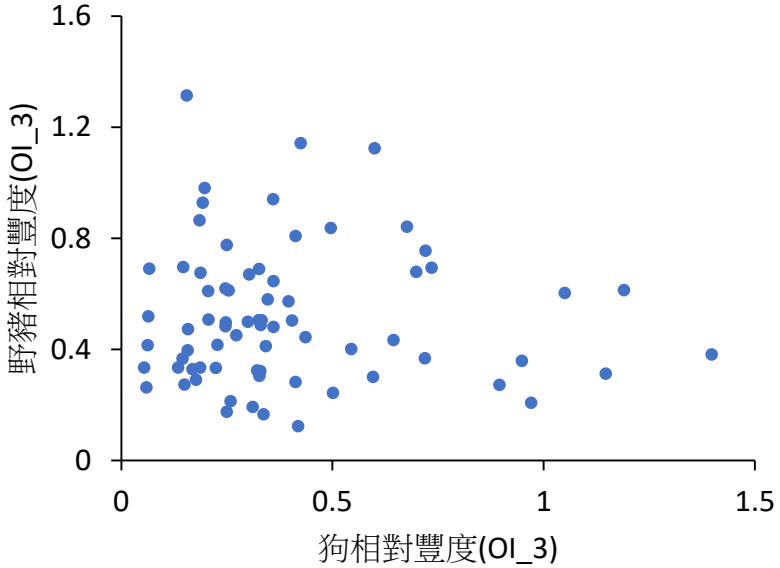


圖 D7。林務局自動相機長期監測網野豬與犬每月相對豐度(OI_3)關係圖。

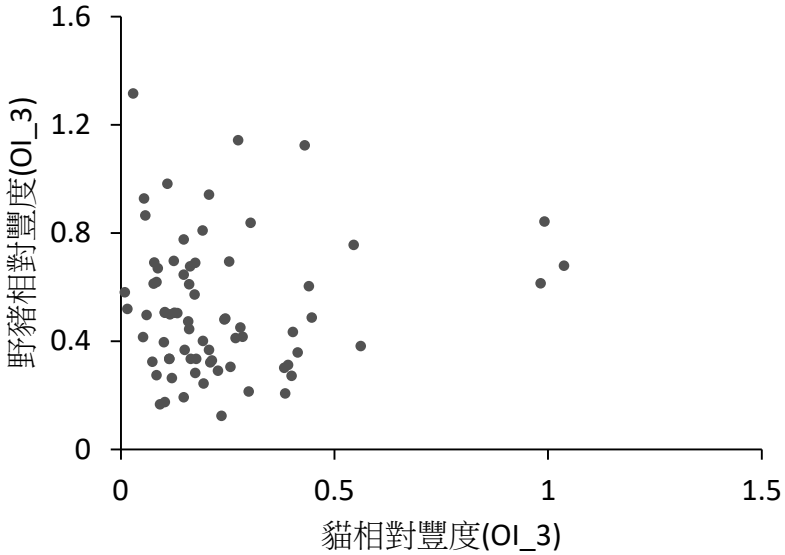


圖 D8。林務局自動相機長期監測網野豬與貓每月相對豐度(OI_3)關係圖。

E. 鼬獾 *Melogale moschata subaurantiaca*

食肉目

貂科

截至 2021 年 8 月，長期監測網中有 169 個樣點(92.3%)曾拍攝到鼬獾（圖 E1），僅次於白鼻心(172)及山羌(171)。鼬獾在各種海拔皆有分布(圖 E2)，中海拔 60 個樣點全部都曾記錄到鼬獾(100%)，其次是低海拔(89%)及高海拔(80%)，拍到鼬獾的樣點數則是以低海拔最多(105 個)。鼬獾的平均相對豐度在 2018、2019 年下降至低點後開始持平或緩慢回升，高海拔 4 個樣點回升幅度較中、低海拔樣點大(圖 E2)。

自 2015 年 9 月開始監測以來，將鼬獾歷年的每月相對豐度與時間做線性迴歸分析，可以發現兩者呈顯著負相關(表 3, $r=-0.56$, $p<0.001$)，是本研究監測目標物種中相對豐度下降最為顯著的物種(另一顯著下降物種為石虎)。以月平均 OI_3 來看（圖 E3），鼬獾的相對豐度約於冬季及初春兩季較高、夏季較低；以年平均 OI_3 來看則 2015 至 2018 年逐年下降，後趨向持平（圖 E4）。若將歷年曾拍攝到鼬獾之每個樣點的相對豐度變化趨勢分類，可發現有多達 45 個樣點呈現顯著下降的趨勢，這些顯著下降的情況多集中於中部及以北地區，其中又以南投最多；另外 35 個樣點顯著上升，上升的樣點以南部屏東、台東地區較多（圖 E5）。上升及下降兩種樣點的海拔分布差異並不大，皆多是低海拔樣點以及少數中海拔樣點，因此鼬獾豐度下降的情況主要表現於地區性的差異。

鼬獾是明顯的夜行性動物(圖 E6)，牠們歷年曾出現的樣點中，同時存在犬、貓的比例分別為 84.6%及 42%(圖 5、6，頁 53)，鼬獾與犬的平均每月相對豐度並無顯著的關聯(圖 E7)，但卻與貓有顯著正相關($r=0.42$, $p<0.001$, 圖 E8)。

建議：

針對中北部地區中、低海拔樣點探究鼬獾相對豐度下降的可能原因。

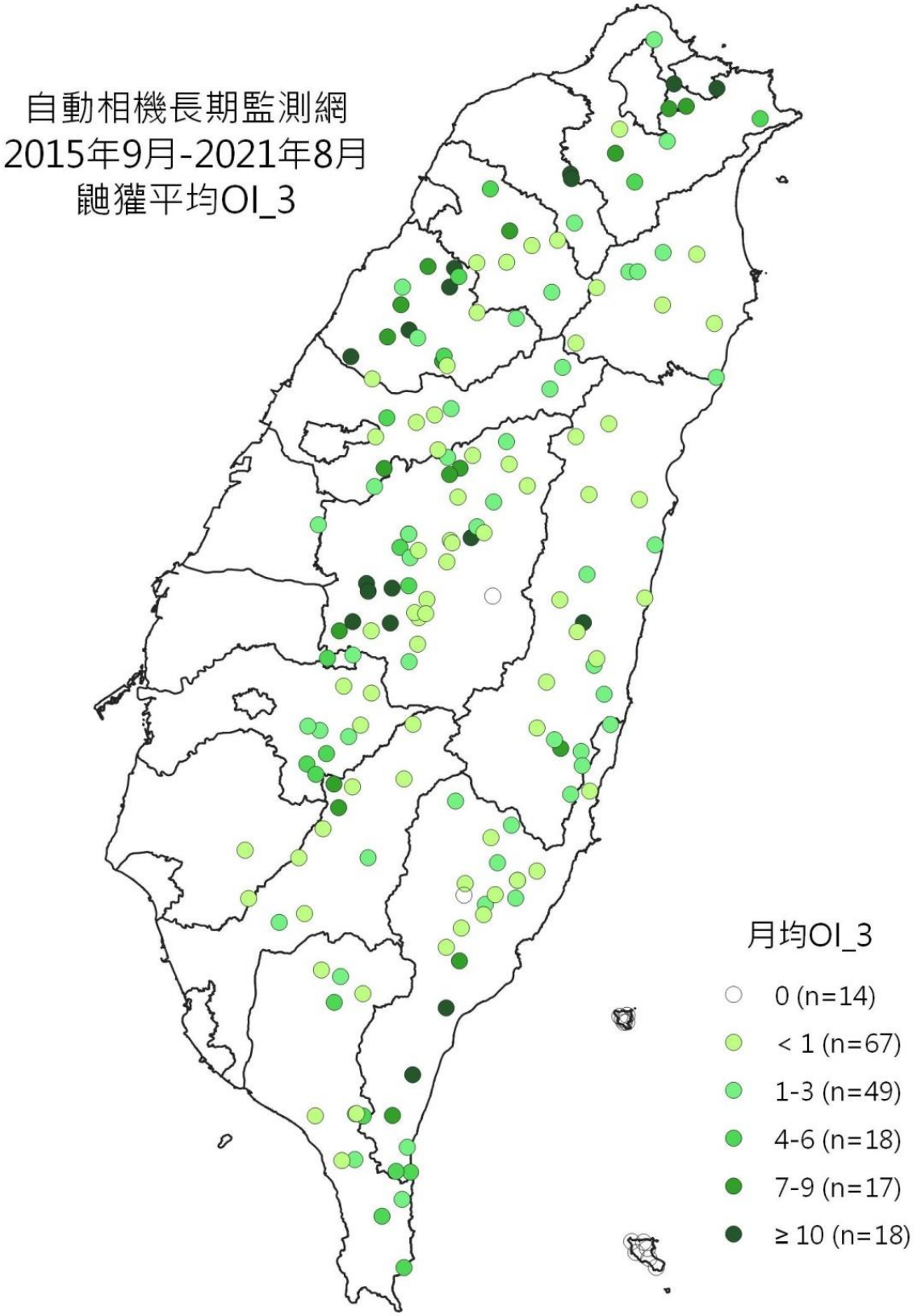


圖 E1。林務局自動相機長期監測網 2015 年 9 月至 2021 年 8 月鼬獾相對豐度(OI_3)之月平均值。

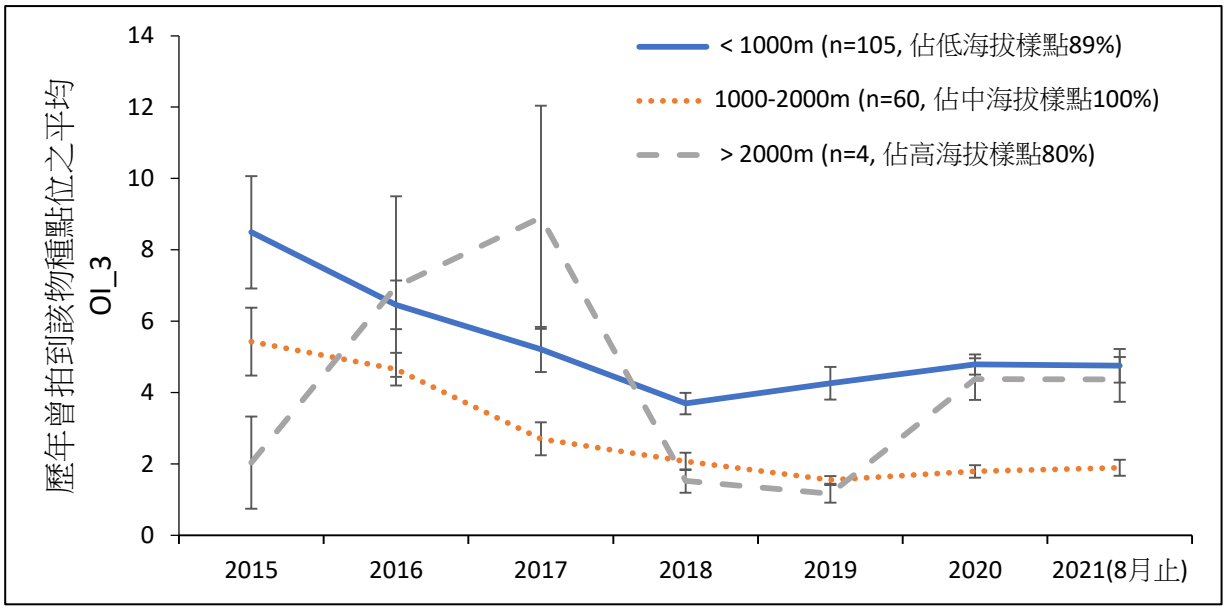


圖 E2。林務局自動相機長期監測網三種海拔範圍拍攝鼬獾之相對豐度(OI_3)變化趨勢。

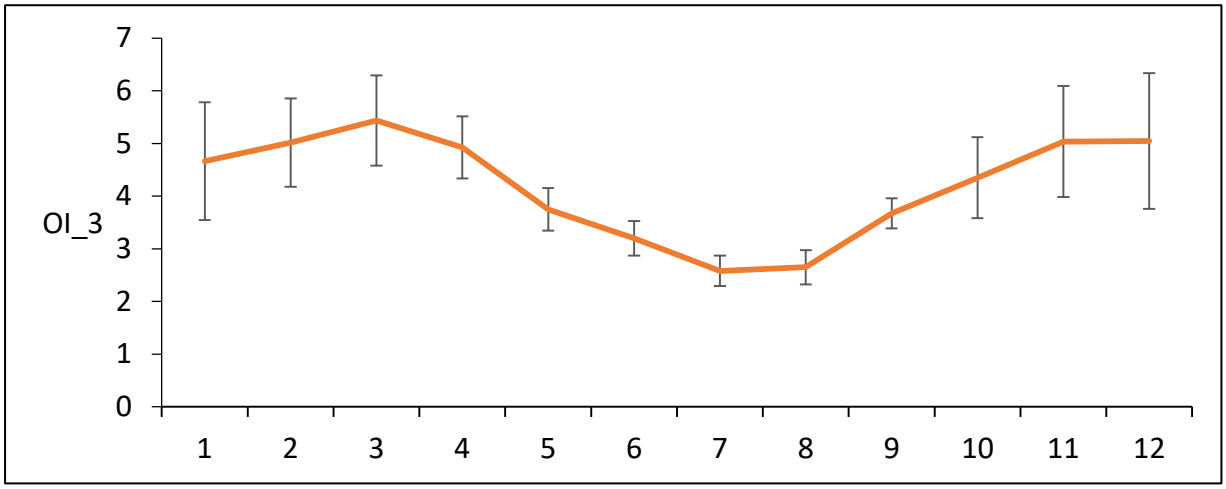


圖 E3。林務局自動相機長期監測網鼬獾月平均 OI_3 之變化趨勢。

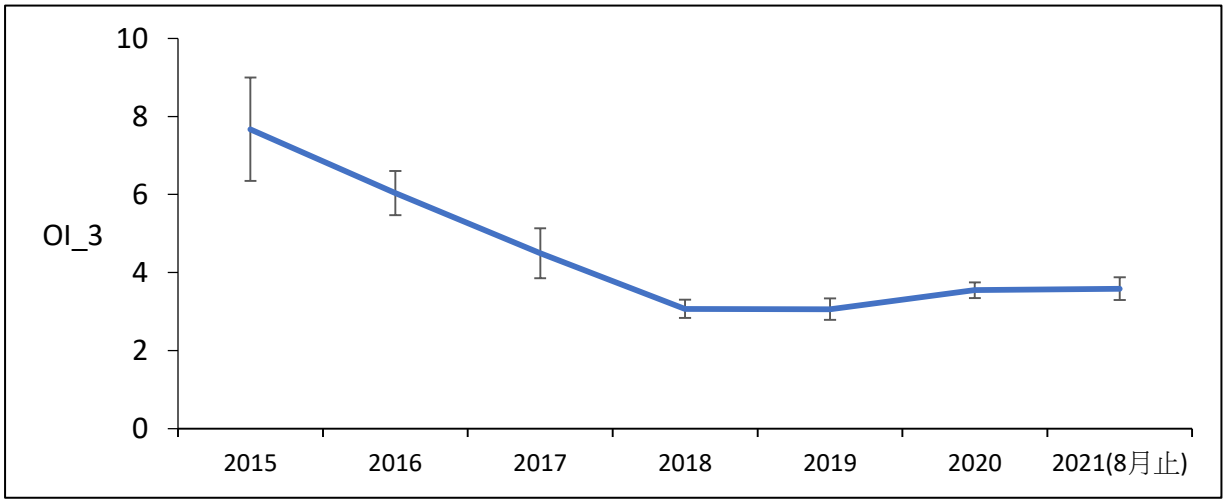


圖 E4。林務局自動相機長期監測網鼬獾年平均 OI_3 之變化趨勢。

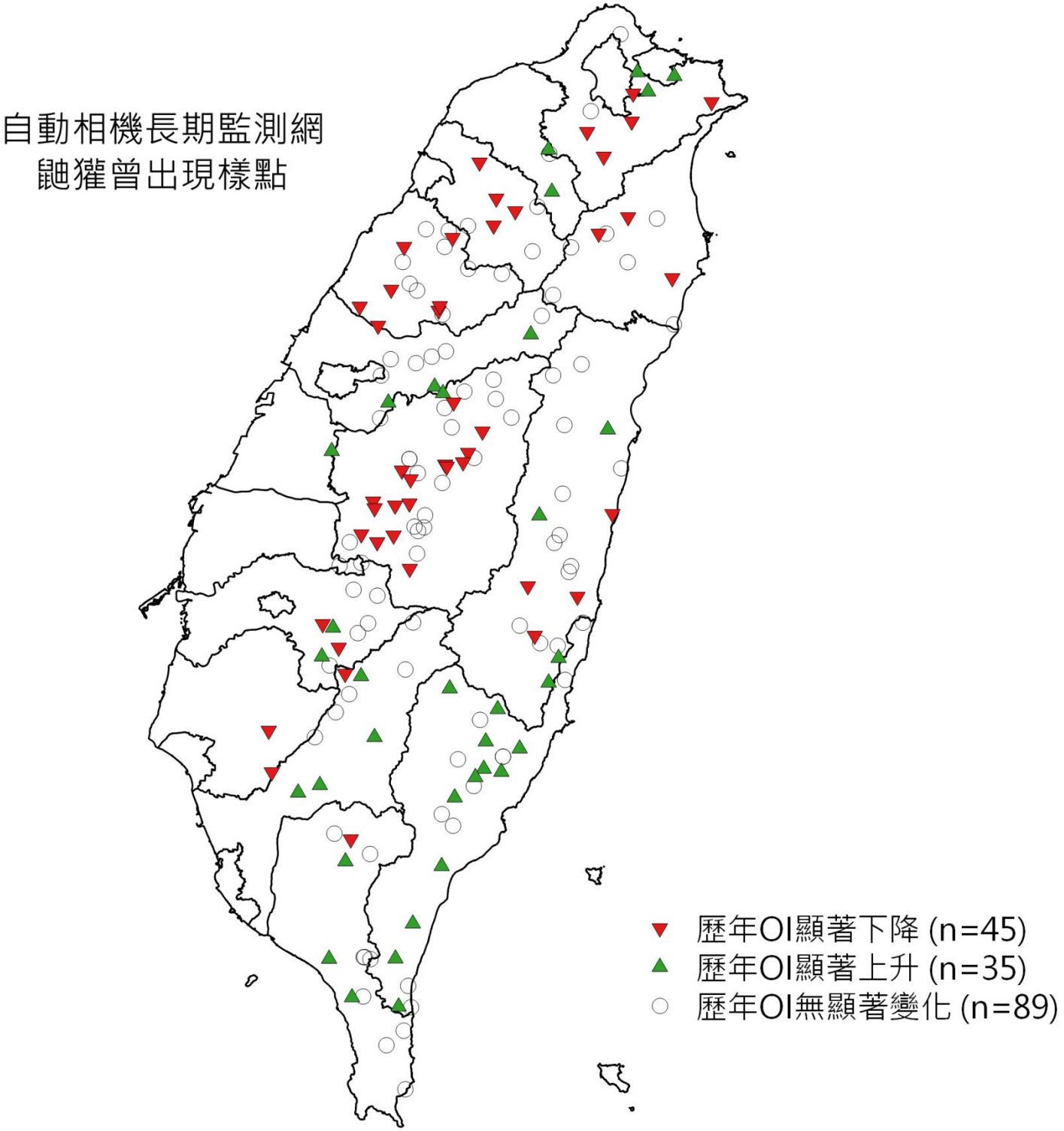


圖 E5。林務局自動相機長期監測網 2015 年 9 月至 2021 年 8 月鼬獾相對豐度變化趨勢分類圖。

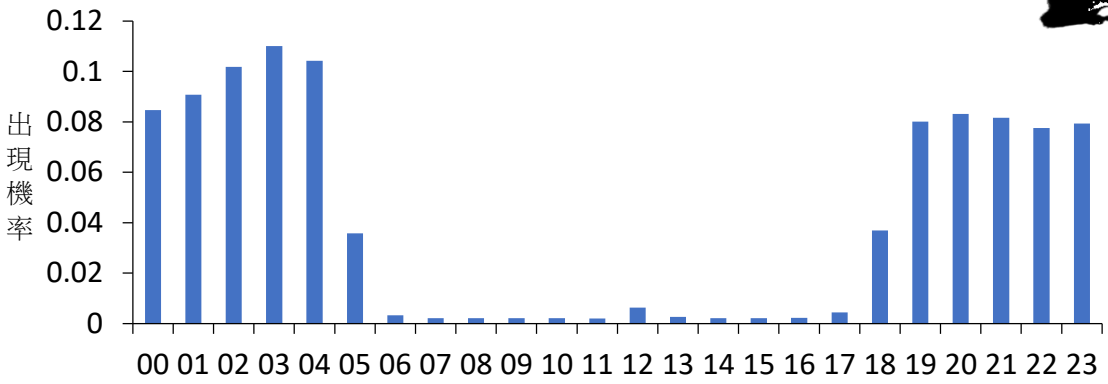


圖 E6。林務局自動相機長期監測網鼬獾出現機率統計。橫軸為時間(小時)，縱軸為出現機率。24 小時出現機率合計為 1。

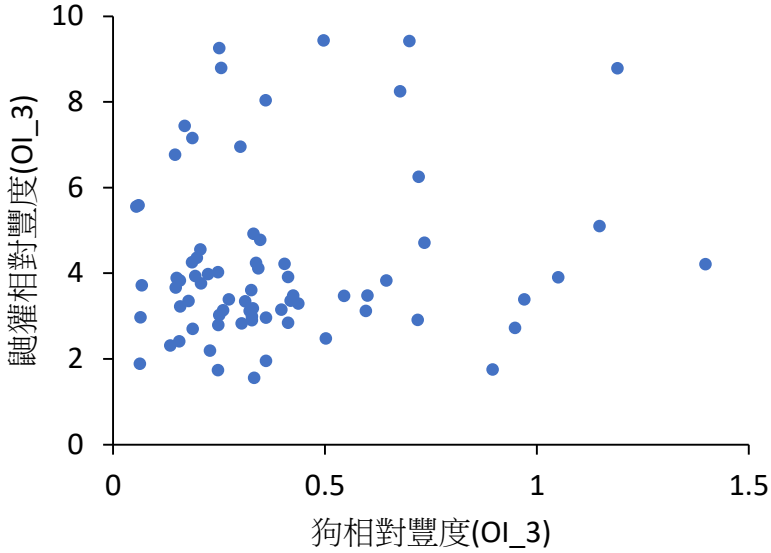


圖 E7。林務局自動相機長期監測網鼬獾與犬每月相對豐度(OI_3)關係圖。

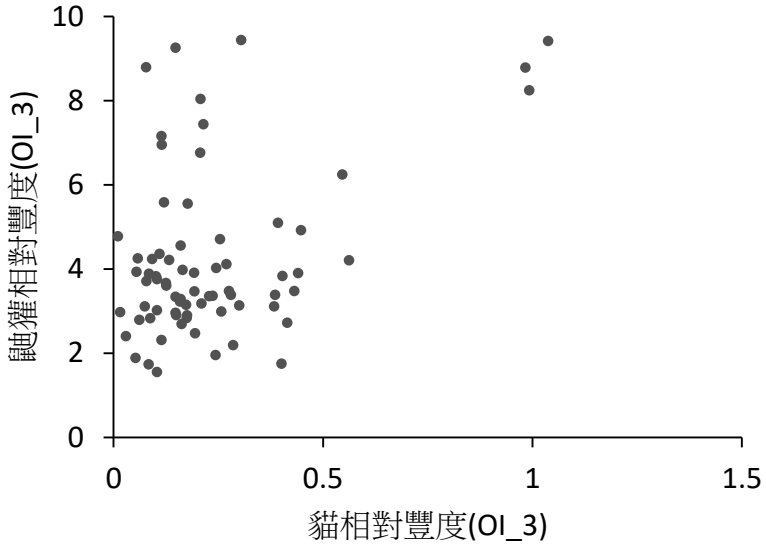


圖 E8。林務局自動相機長期監測網鼬獾與貓每月相對豐度(OI_3)關係圖。

F. 黃喉貂　*Martes flavigula chrysospila*

食肉目

貂科

截至 2021 年 8 月，長期監測網中有 69 個樣點(37.7%)曾拍攝到黃喉貂（圖 F1）。黃喉貂在各海拔高度的樣點都曾出現，最低出現在位於台東達仁鄉的 TD20B 樣點(海拔 30 公尺)，主要以中、高海拔樣點最為常見，2000 公尺以上的 5 個樣點皆有紀錄。從海拔分布來看黃喉貂的歷年平均相對豐度，雖有年間波動但整體而言三種海拔樣點的相對豐度都在緩慢地持續上升(圖 F2)。

自 2015 年 9 月開始監測以來，將黃喉貂的歷年每月相對豐度與時間做線性迴歸分析，兩者呈現顯著正相關(表 3, $r=0.65$, $p<0.001$)，說明黃喉貂的整體相對豐度隨時間呈現上升的趨勢。以月平均 OI_3 來看（圖 F3），黃喉貂相對豐度呈現的季節變化較不明顯；歷年年均 OI_3 則是逐年上升（圖 F4）。若將歷年曾拍攝到黃喉貂之每個樣點的相對豐度變化趨勢分類，可發現只有 1 個樣點是顯著下降的趨勢，該樣點(LD95)位於太平山國家森林遊樂區，植被類型以人工林為主，造成豐度下降的原因還需要更進一步的探究；另外有 9 個樣點的相對豐度呈現顯著上升，其餘 59 個樣點沒有明顯變化（圖 F5）。

黃喉貂明顯偏向日間活動(圖 F6)，活動高峰約為 6-10 時以及 15-17 時。牠們的出現點位中，同時有犬、貓存在的樣點比例分別為 68.1%及 20.3%(圖 5、6，頁 53)，相較於其他目標監測哺乳類野生動物，黃喉貂與犬貓的共域程度是較低的。牠們與狗的平均每月相對豐度有顯著正相關($r=0.26$, $p<0.05$, 圖 F7)，與貓則沒有顯著相關(圖 F8)。

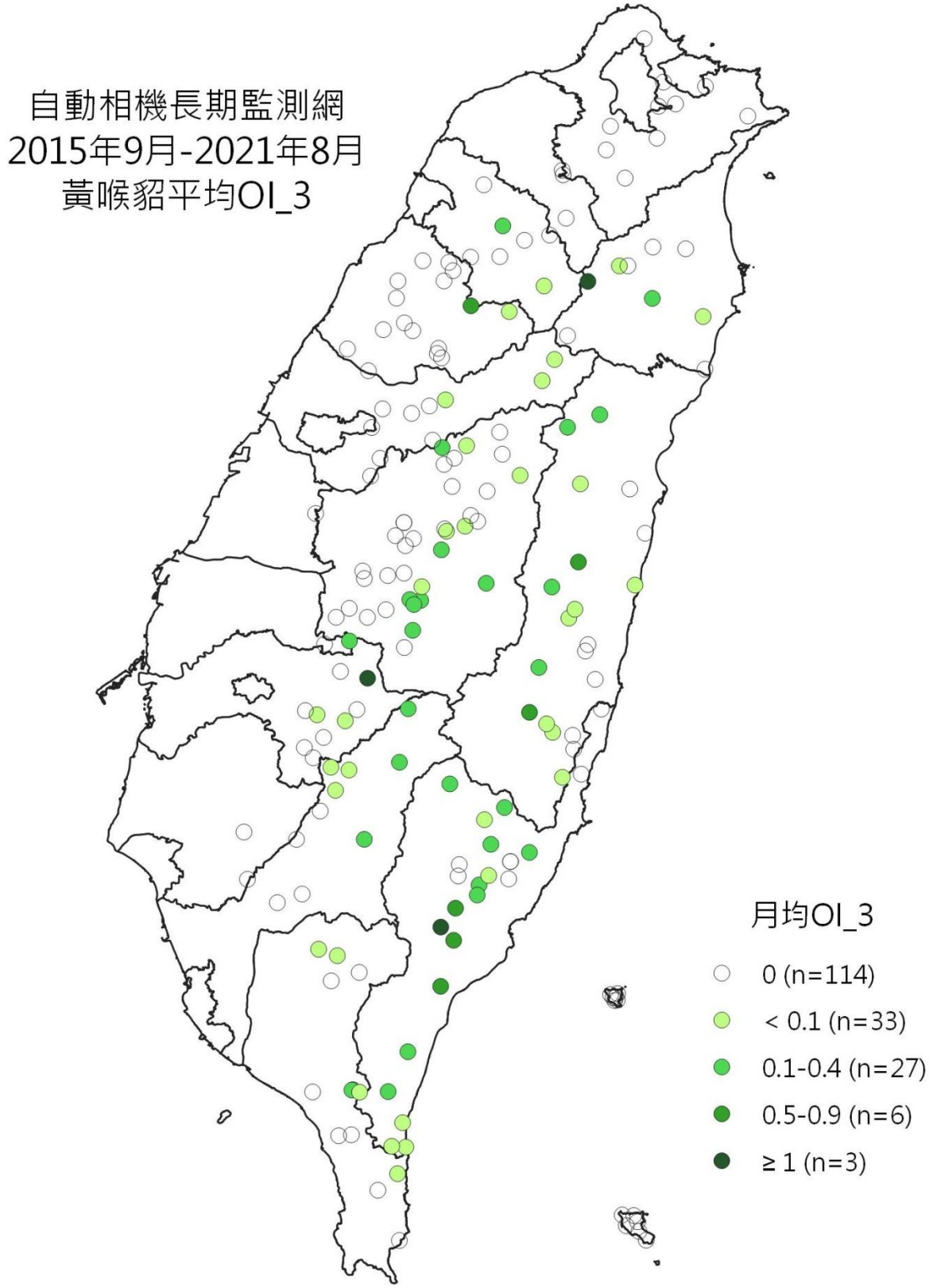


圖 F1。林務局自動相機長期監測網 2015 年 9 月至 2021 年 8 月黃喉貂相對豐度(OI_3)之月平均值。

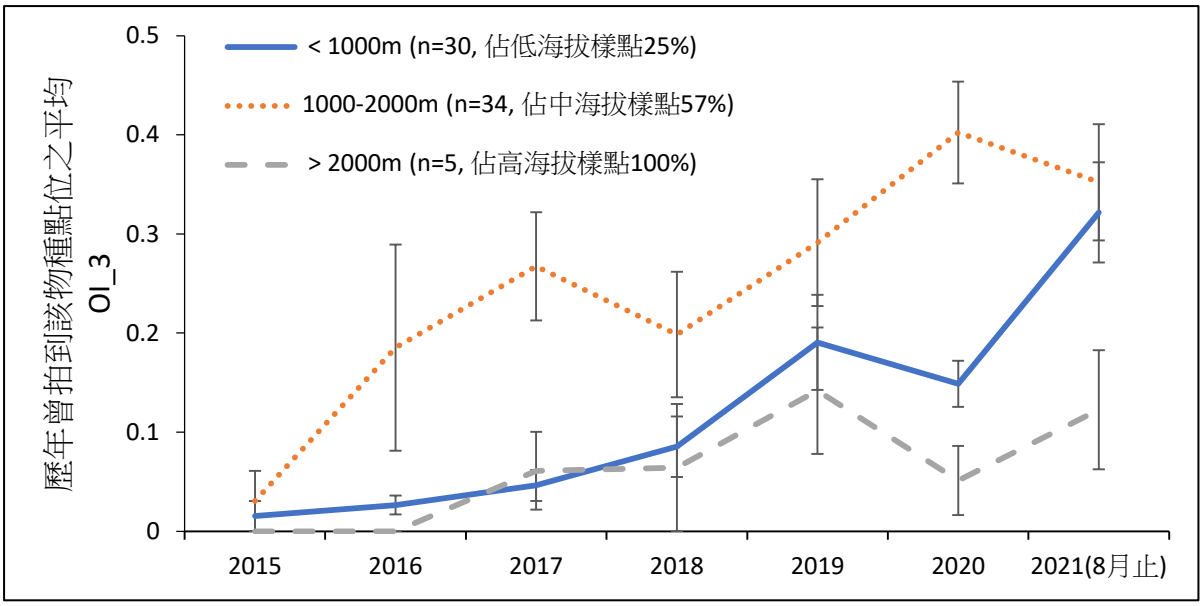


圖 F2。林務局自動相機長期監測網三種海拔範圍拍攝黃喉貂之相對豐度(OI_3)變化趨勢。

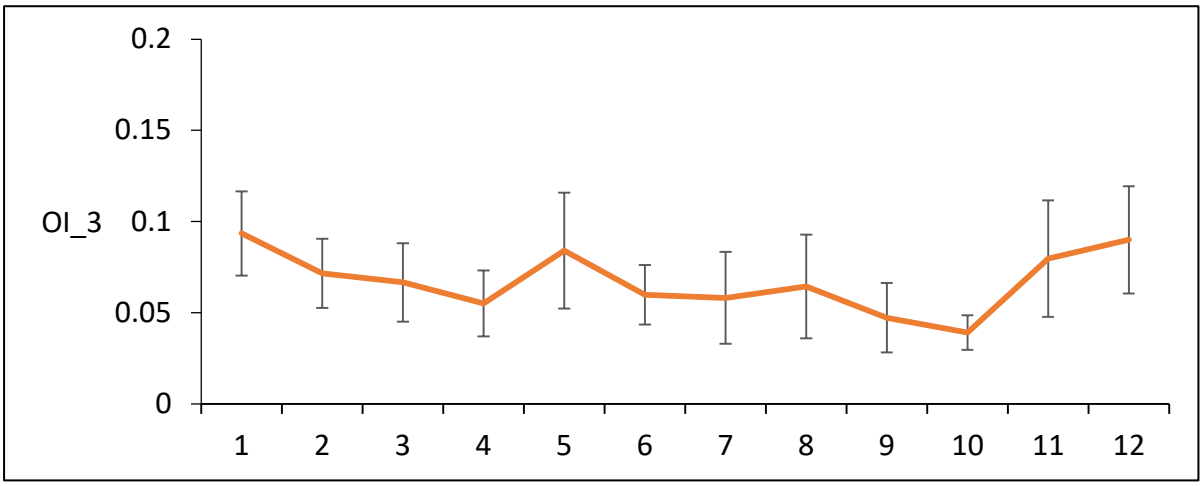


圖 F3。林務局自動相機長期監測網黃喉貂月平均 OI_3 之變化趨勢。

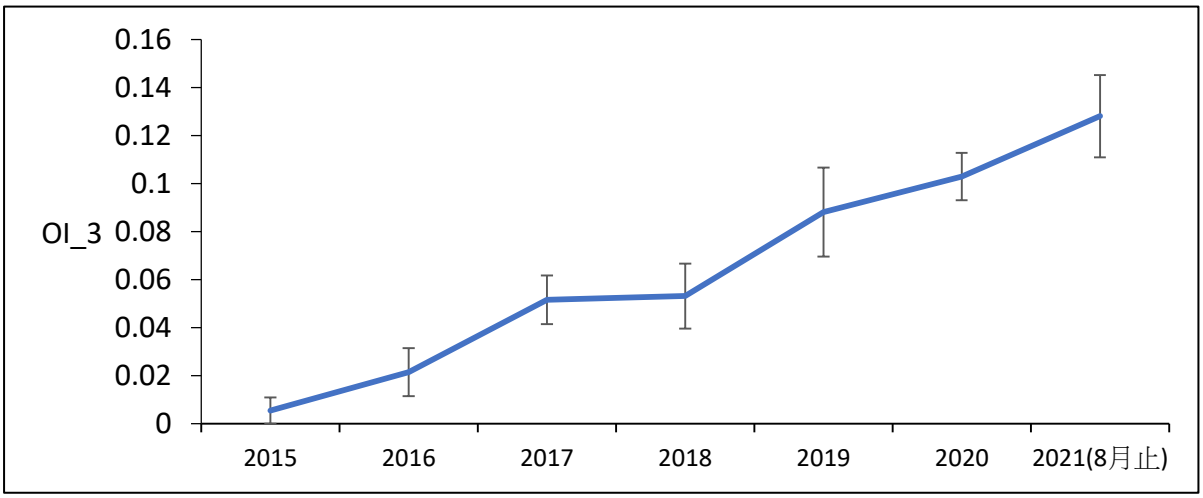


圖 F4。林務局自動相機長期監測網黃喉貂年平均 OI_3 之變化趨勢。

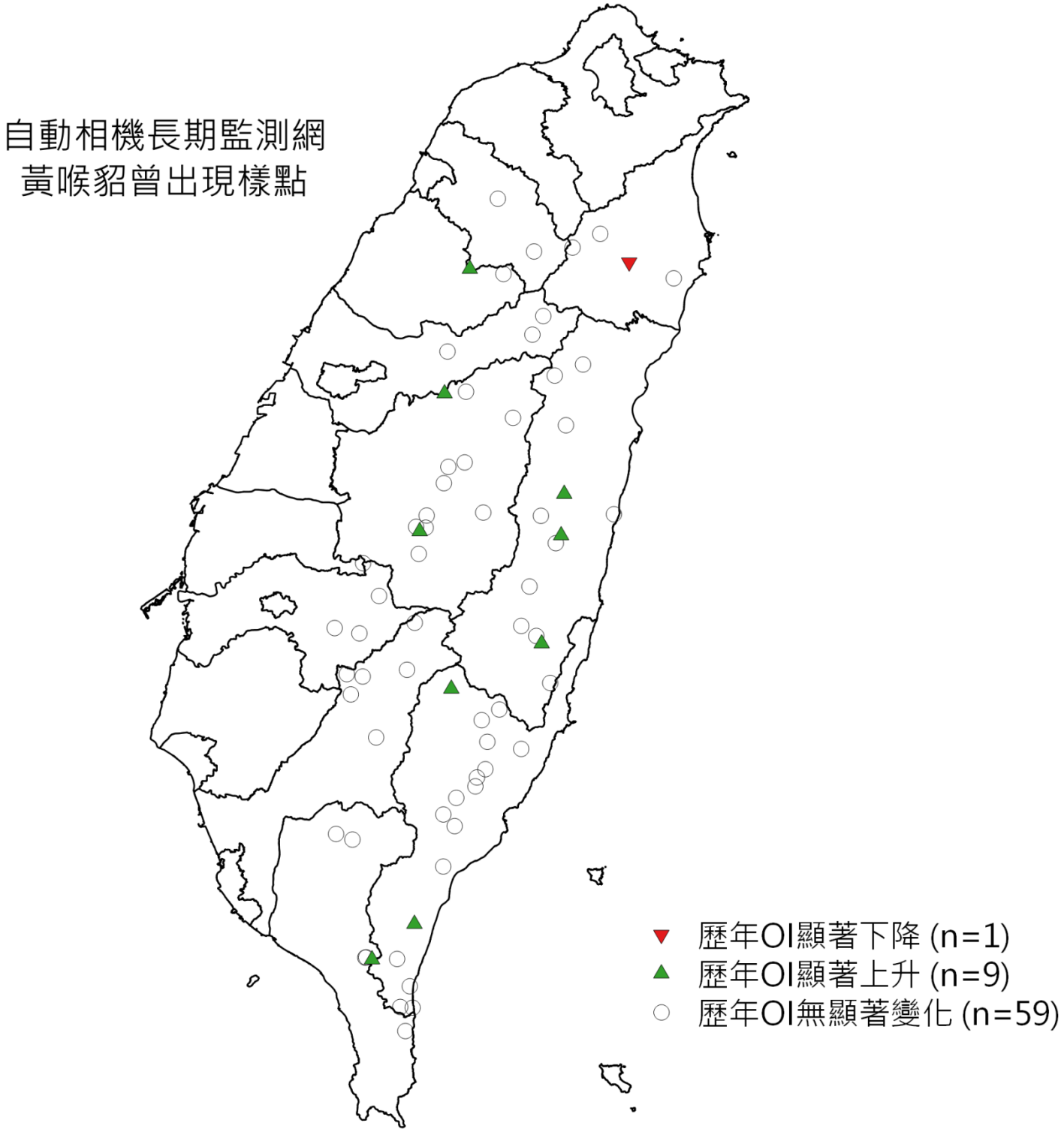


圖 F5。林務局自動相機長期監測網 2015 年 9 月至 2021 年 8 月黃喉貂相對豐度變化趨勢分類圖。

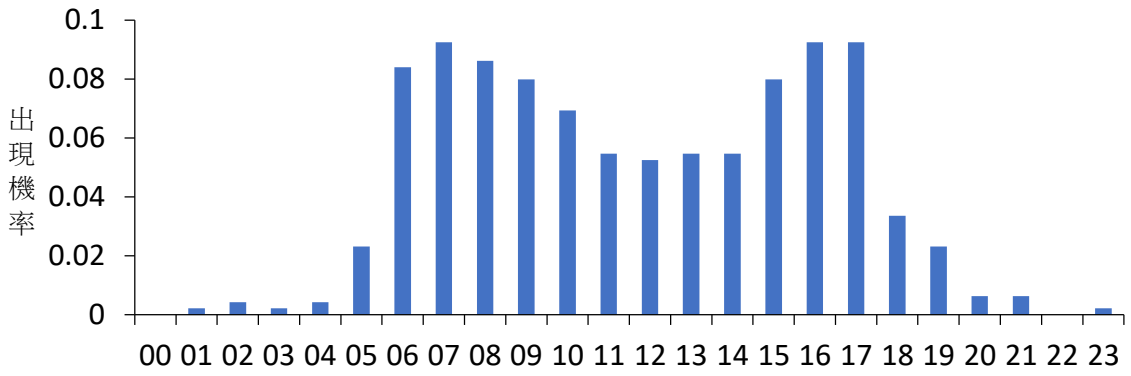


圖 F6。林務局自動相機長期監測網黃喉貂出現機率統計。橫軸為時間(小時)，縱軸為出現機率。24 小時出現機率合計為 1。

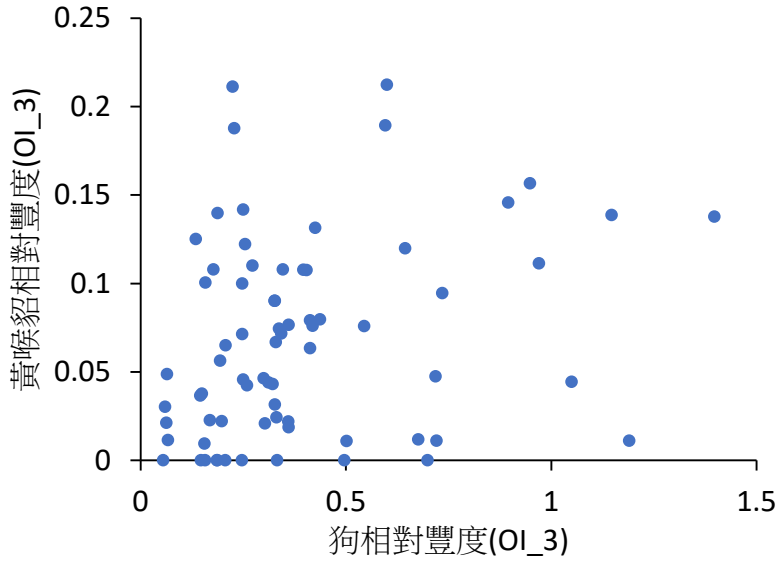


圖 F7。林務局自動相機長期監測網黃喉貂與犬每月相對豐度(OI_3)關係圖。

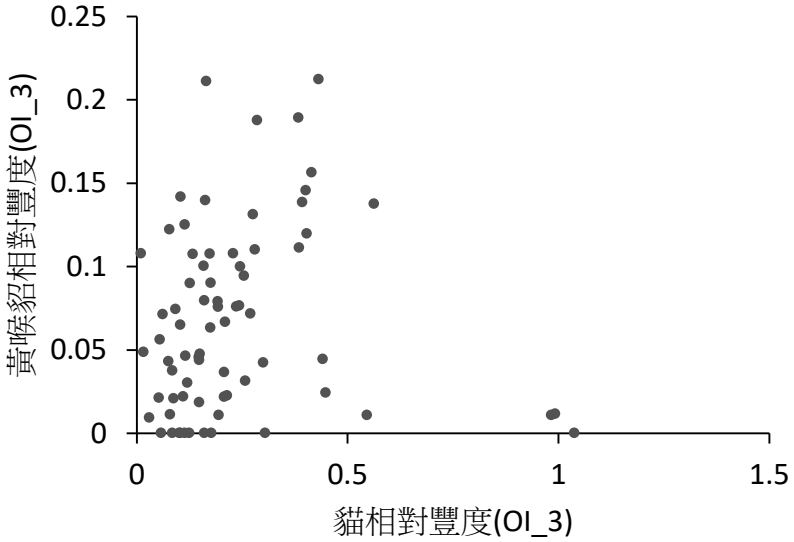


圖 F8。林務局自動相機長期監測網黃喉貂與貓每月相對豐度(OI_3)關係圖。

G. 黃鼠狼 *Mustela sibirica davidiana*

食肉目

貂科

截至 2021 年 8 月，長期監測網中有 58 個樣點(31.7%)曾拍攝到黃鼠狼（圖 G1）。黃鼠狼在各海拔高度的樣點都曾出現。黃鼠狼的歷年平均相對豐度，在 1000-2000 公尺的中海拔樣點於 2018 年開始明顯上升，2020 年甚至超過高海拔樣點，今年又轉而下降；低海拔樣點豐度在 2018 年之後緩慢地降低；高海拔樣點則是於 2019 年達到高峰後持續下降(圖 G2)。

不過黃鼠狼的歷年每月相對豐度與時間做線性迴歸分析，兩者呈現顯著正相關(表 3, $r=0.56$, $p<0.001$)，說明黃鼠狼相對豐度整體而言仍是隨時間呈現上升的趨勢。以月平均 OI_3 來看（圖 G3），黃鼠狼的相對豐度在 9 月相比於其他月份較低、12 月較高，大致並無明顯的季節趨勢；歷年年平均 OI_3 則是逐年上升，至 2020 年達到高峰後開始下降（圖 G4）。若將歷年曾拍攝到黃鼠狼之每個樣點的相對豐度變化趨勢分類，可發現有 2 個樣點(分別是海拔 876 公尺的 PT04A 以及海拔 1895 公尺的 LD95)呈現顯著下降的趨勢，此外 1 個樣點的相對豐度顯著上升，其餘沒有顯著的變化（圖 G5）。

黃鼠狼大多於夜間與晨昏時段被自動相機記錄到(圖 G6)。黃鼠狼曾出現的點位中，同時有犬、貓存在的樣點比例分別為 69%及 27.6%(圖 5、6，頁 53)，牠們與犬的平均每月相對豐度有顯著正相關($r=0.47$, $p<0.001$, 圖 G7)，與貓則沒有顯著相關(圖 G8)。

1101158

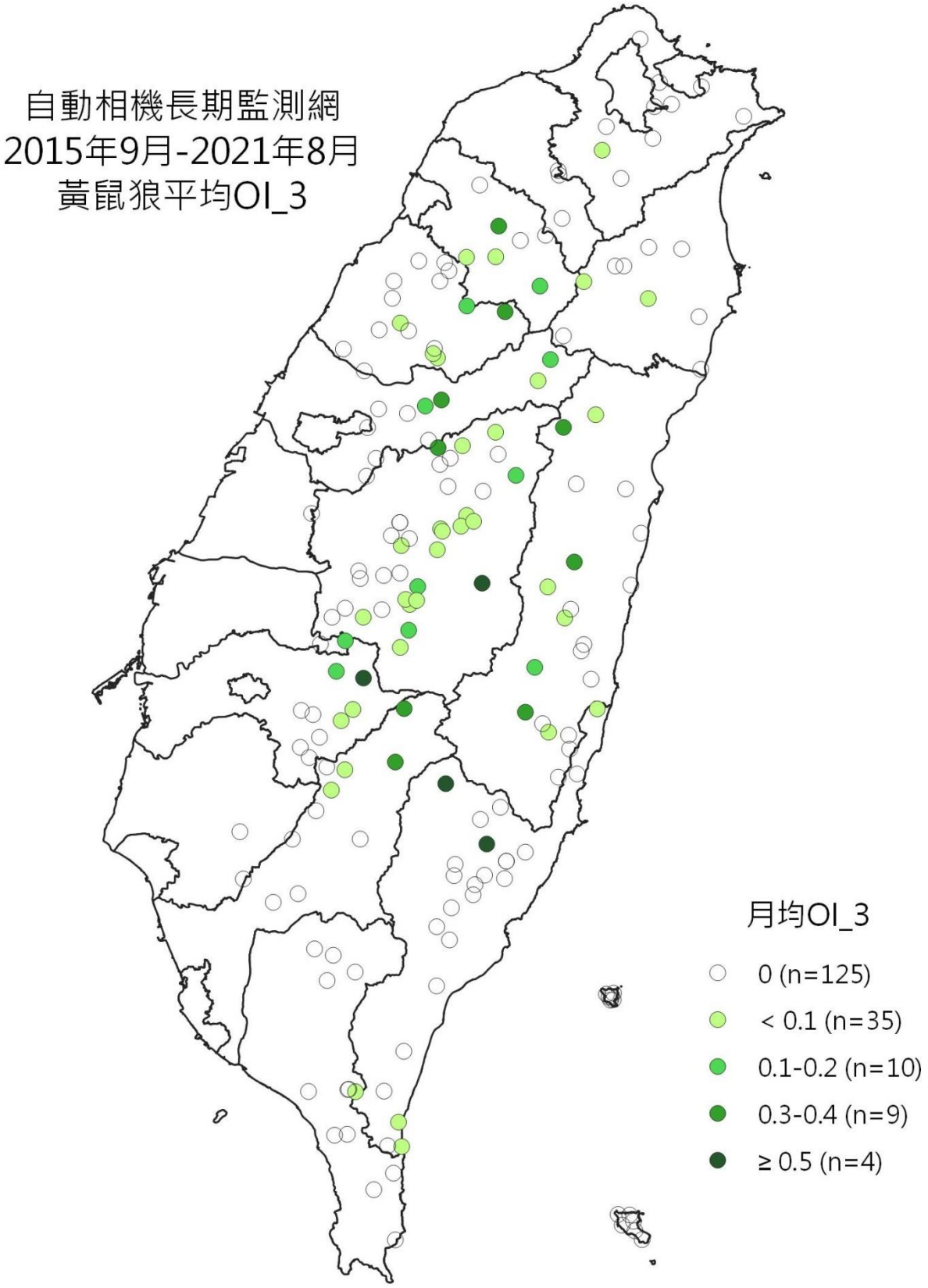


圖 G1。林務局自動相機長期監測網 2015 年 9 月至 2021 年 8 月黃鼠狼相對豐度(OI_3)之月平均值。

1101158

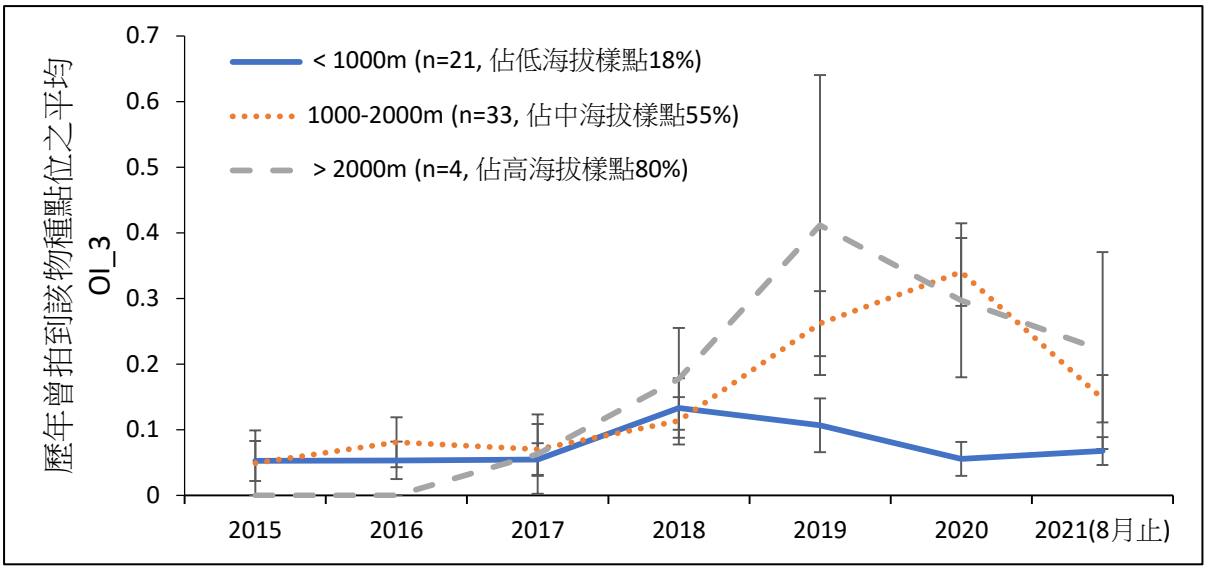


圖 G2。林務局自動相機長期監測網三種海拔範圍拍攝黃鼠狼之相對豐度(OI_3)變化趨勢。

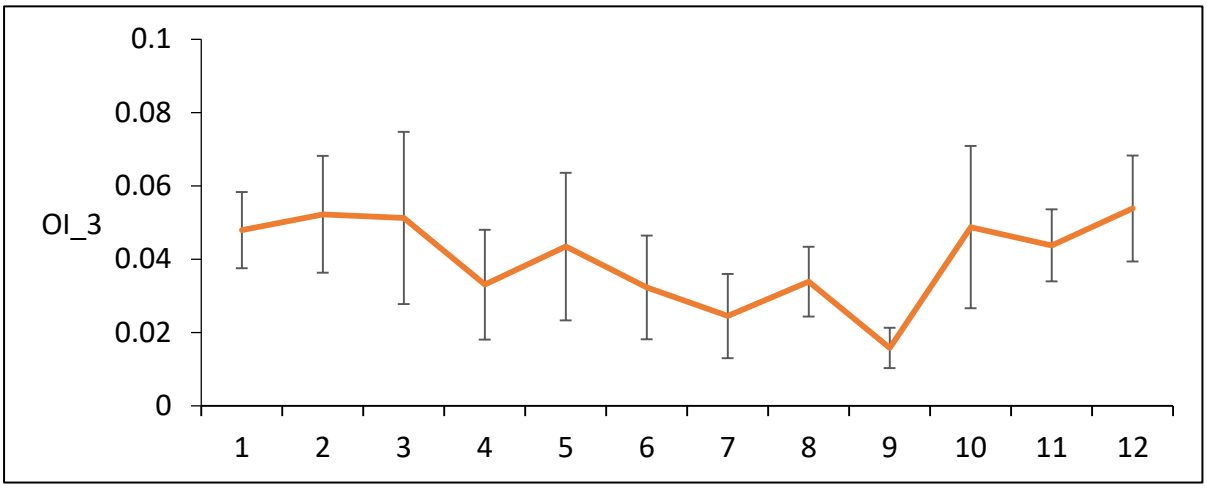


圖 G3。林務局自動相機長期監測網黃鼠狼月平均 OI_3 之變化趨勢。

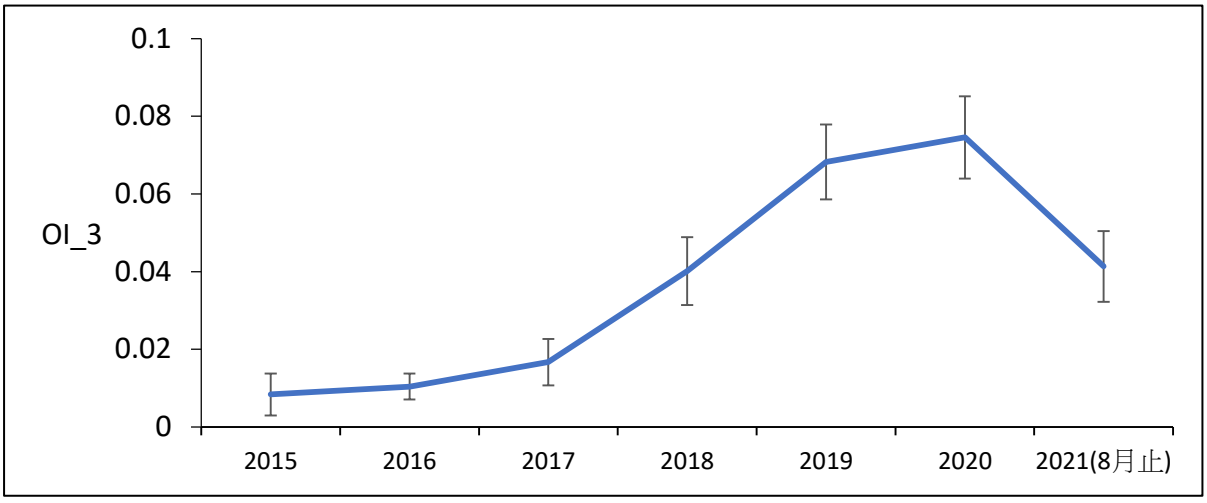


圖 G4。林務局自動相機長期監測網黃鼠狼年平均 OI_3 之變化趨勢。

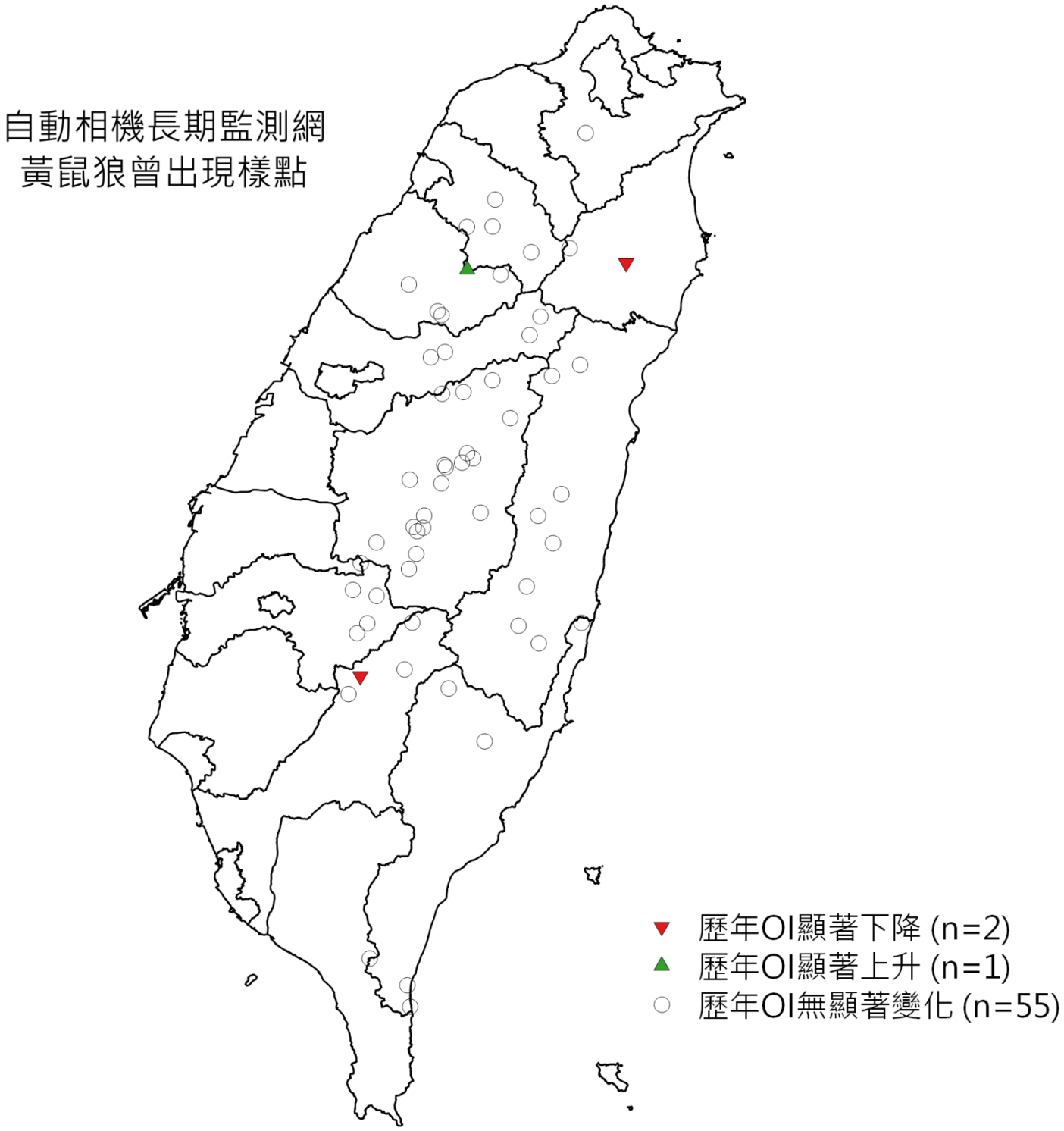


圖 G5。林務局自動相機長期監測網 2015 年 9 月至 2021 年 8 月黃鼠狼相對豐度變化趨勢分類圖。

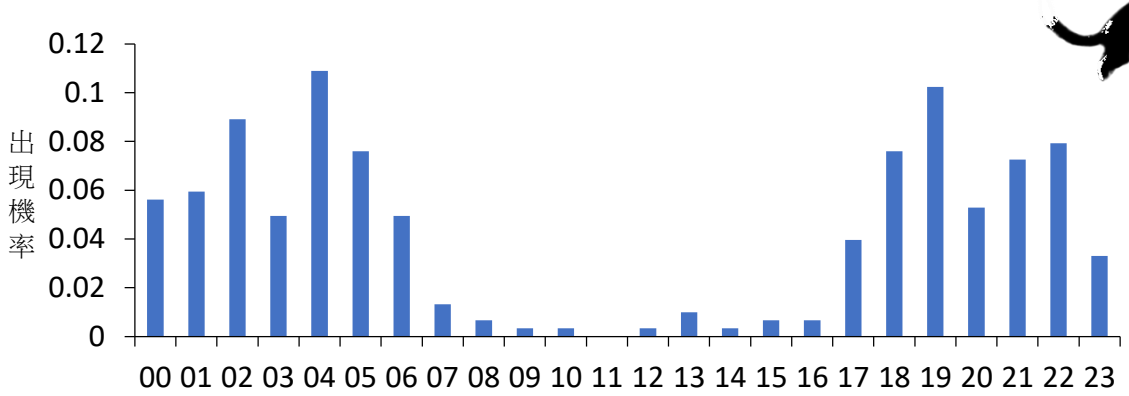


圖 G6。林務局自動相機長期監測網黃鼠狼出現機率統計。橫軸為時間(小時)，縱軸為出現機率。24 小時出現機率合計為 1。

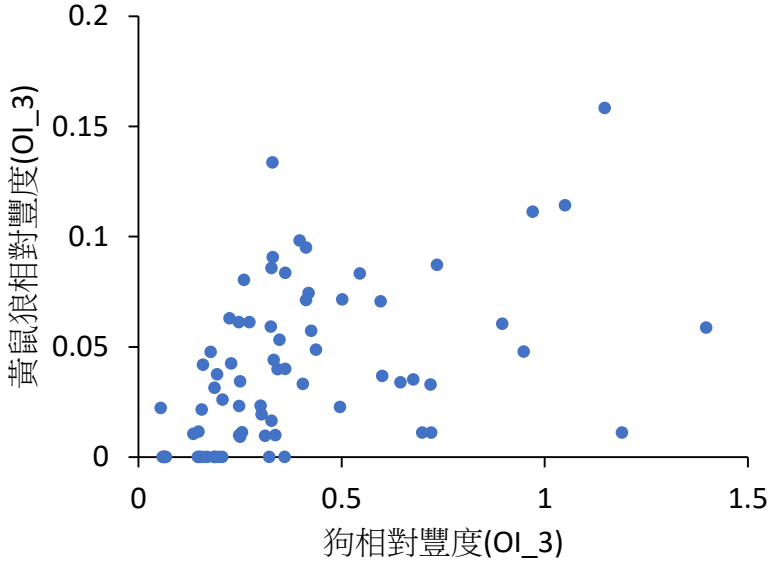


圖 G7。林務局自動相機長期監測網黃鼠狼與犬每月相對豐度(OI_3)關係圖。

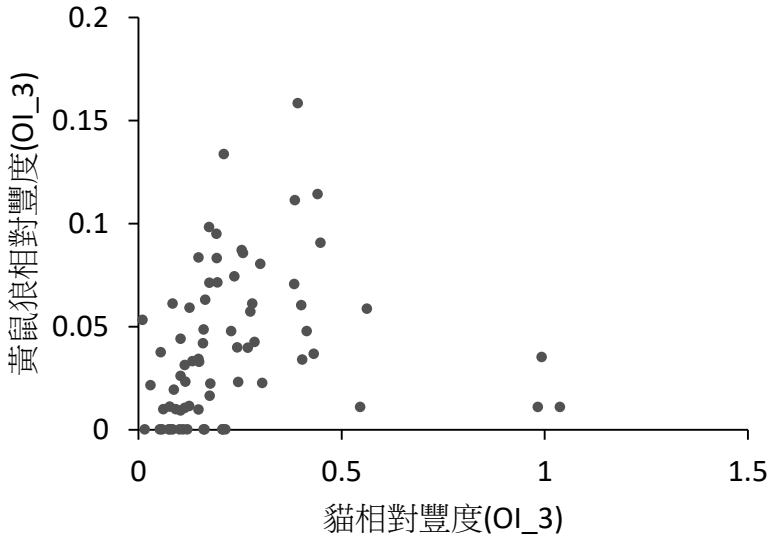


圖 G8。林務局自動相機長期監測網黃鼠狼與貓每月相對豐度(OI_3)關係圖。

H. 白鼻心 *Paguma larvata taivana*

食肉目

靈貓科

截至 2021 年 8 月，長期監測網中有 172 個樣點(94%)曾拍攝到白鼻心（圖 H1），是本研究監測目標物種中最多樣點拍攝到的物種。1000 公尺以下的低海拔有 96%樣點曾拍攝到白鼻心，2000 公尺以上的 5 個高海拔樣點當中也有 4 台有白鼻心出現的紀錄。從海拔分布來看白鼻心的歷年平均相對豐度，豐度最高仍主要是在低海拔樣點，2019 年至今維持平穩；中海拔樣點則是自 2017 年開始較低，今年才有明顯的上升趨勢(圖 H2)。

2015 年 9 月開始監測以來，將白鼻心的歷年每月相對豐度與時間做線性迴歸分析，兩者沒有顯著相關(表 3, r=0.11, p=0.352)，說明白鼻心歷年來的豐度並沒有太大的變化。以月平均 OI_3 來看（圖 H3），白鼻心在春夏兩季(4-8 月)的相對豐度是較高的；歷年平均 OI_3 則在 2017 年有明顯的降低，爾後逐年回升（圖 H4）。若將歷年曾拍攝到白鼻心之每個樣點的相對豐度變化趨勢分類，可發現有 29 個樣點呈現顯著下降的趨勢、34 個樣點呈現顯著上升的趨勢，其餘樣點沒有明顯的變化（圖 H5）。豐度下降的樣點多集中於本島中部(特別是南投)及西半部縣市；南部及東部花蓮、台東樣點則是普遍豐度上升或者沒有顯著變化，與鼬獾有相似的情況。

白鼻心明顯偏好夜間活動(圖 H6)，同為淺山地區的常見物種，白鼻心與犬、貓共域的機率分別為 86%及 45.3%(圖 5、6，頁 53)，在所有目標監測物種當中是共域比例較高的。不過牠們與犬貓的平均每月相對豐度都沒有顯著相關(圖 H7、H8)，尚未顯示犬貓對牠們的豐度有不良的影響，未來可以針對這些共同出現的樣點做更仔細的探究。

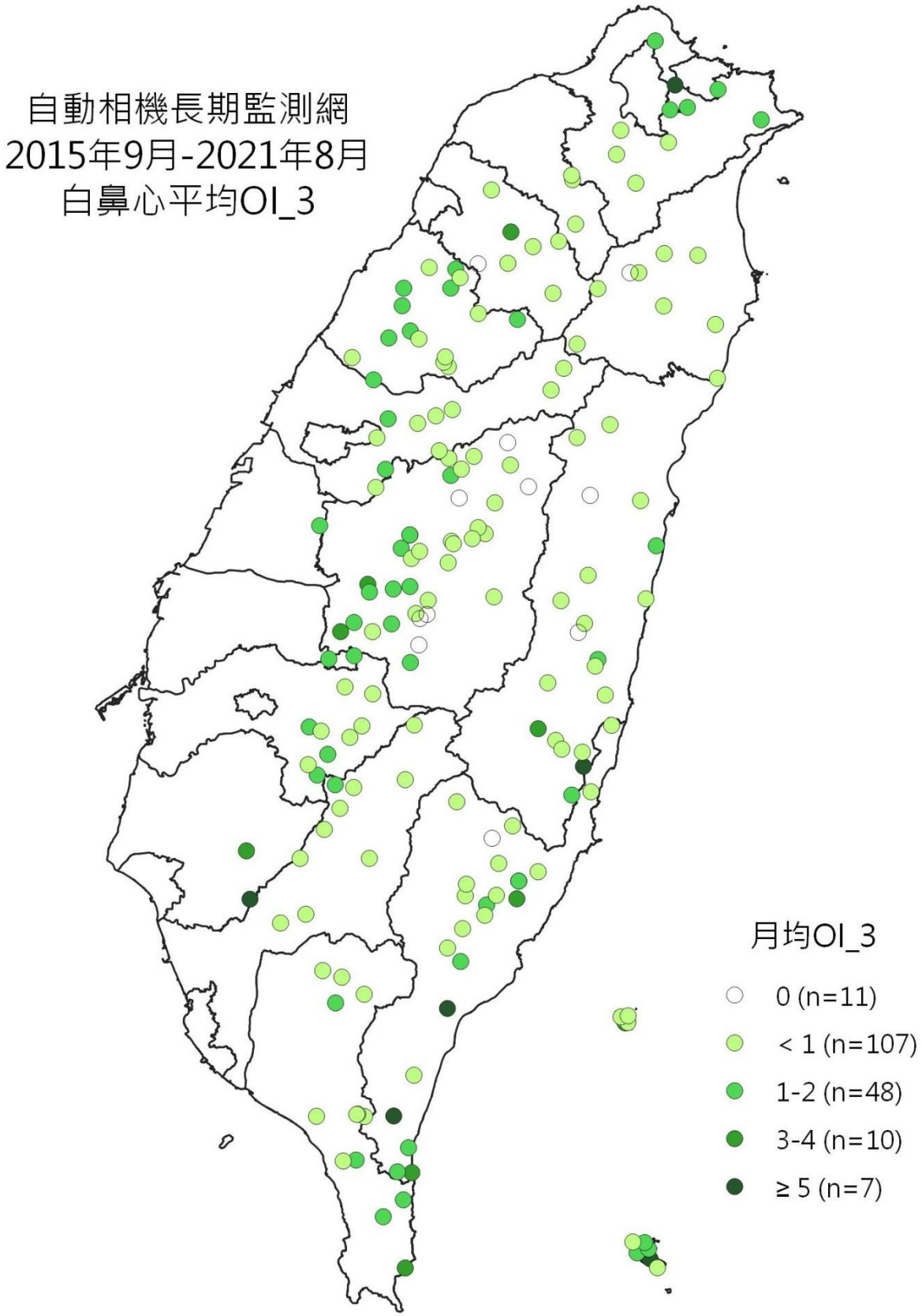


圖 H1。林務局自動相機長期監測網 2015 年 9 月至 2021 年 8 月白鼻心相對豐度(OI_3)之月平均值。

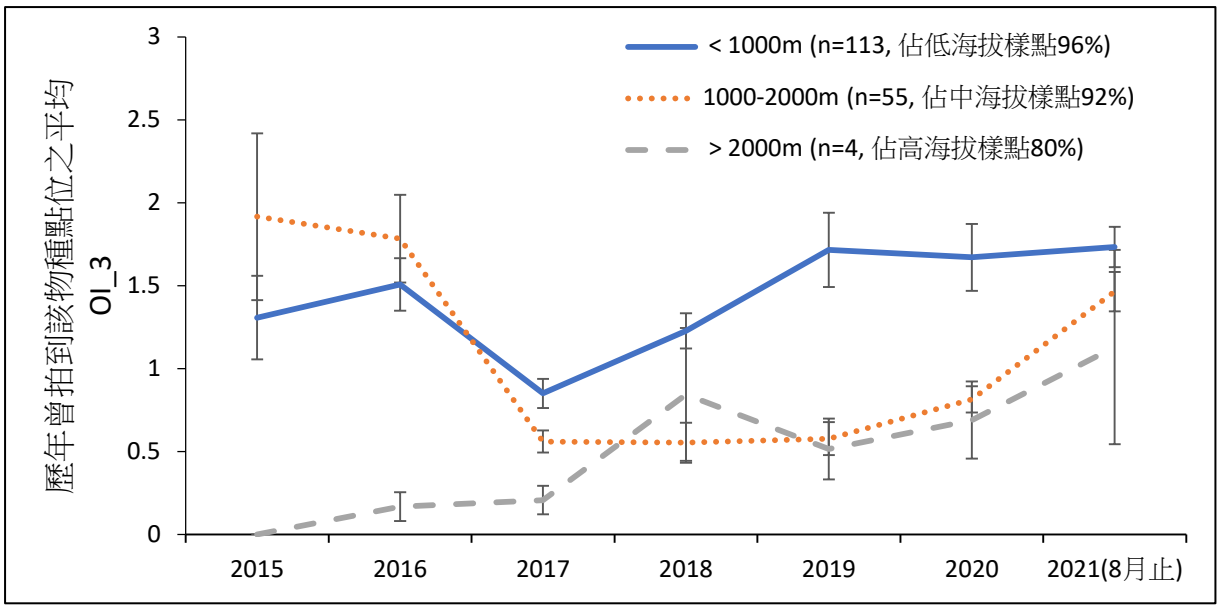


圖 H2。林務局自動相機長期監測網三種海拔範圍拍攝白鼻心之相對豐度(OI_3)變化趨勢。

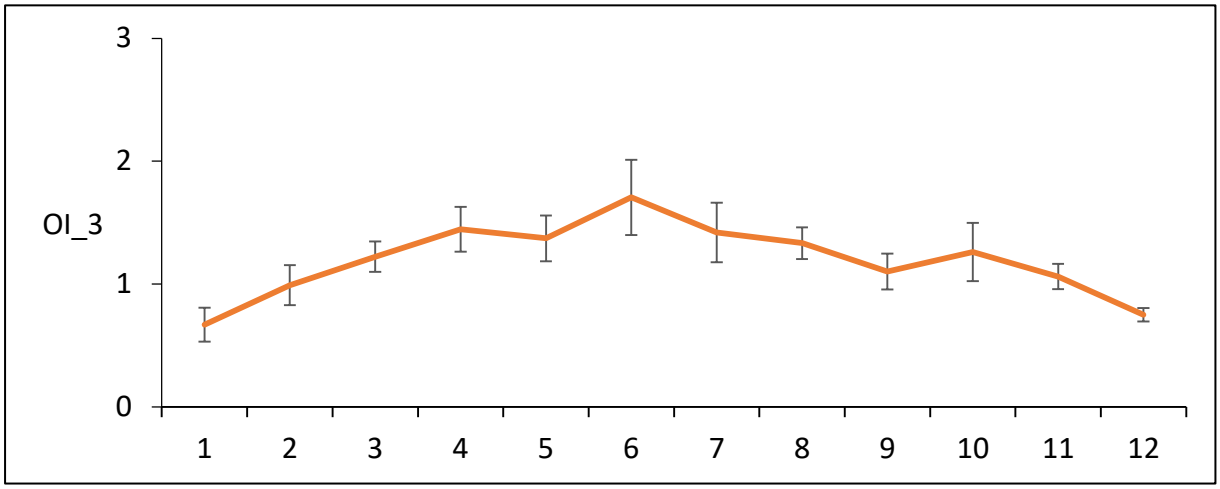


圖 H3。林務局自動相機長期監測網白鼻心月平均 OI_3 之變化趨勢。

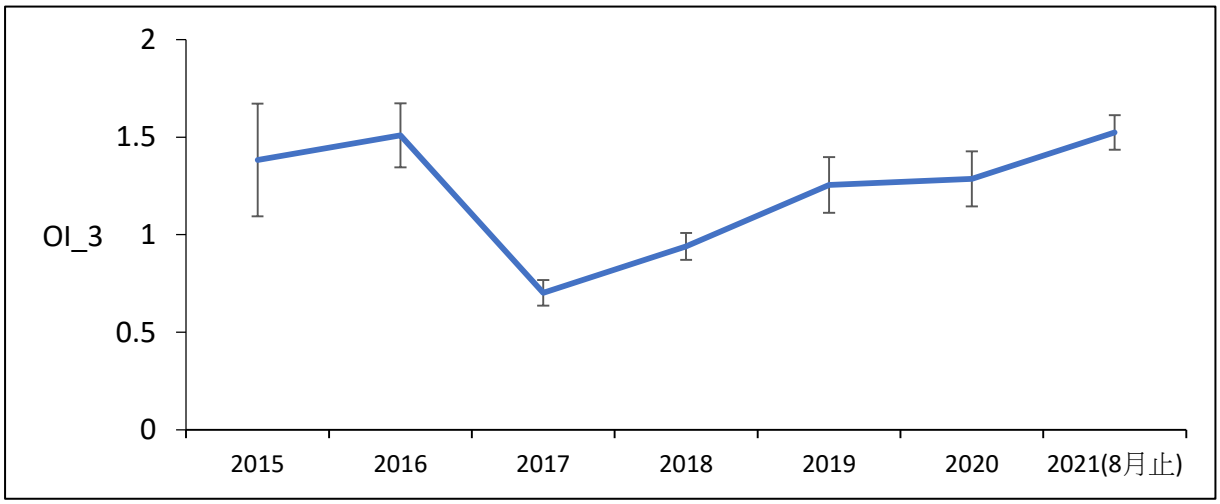


圖 H4。林務局自動相機長期監測網白鼻心年平均 OI_3 之變化趨勢。

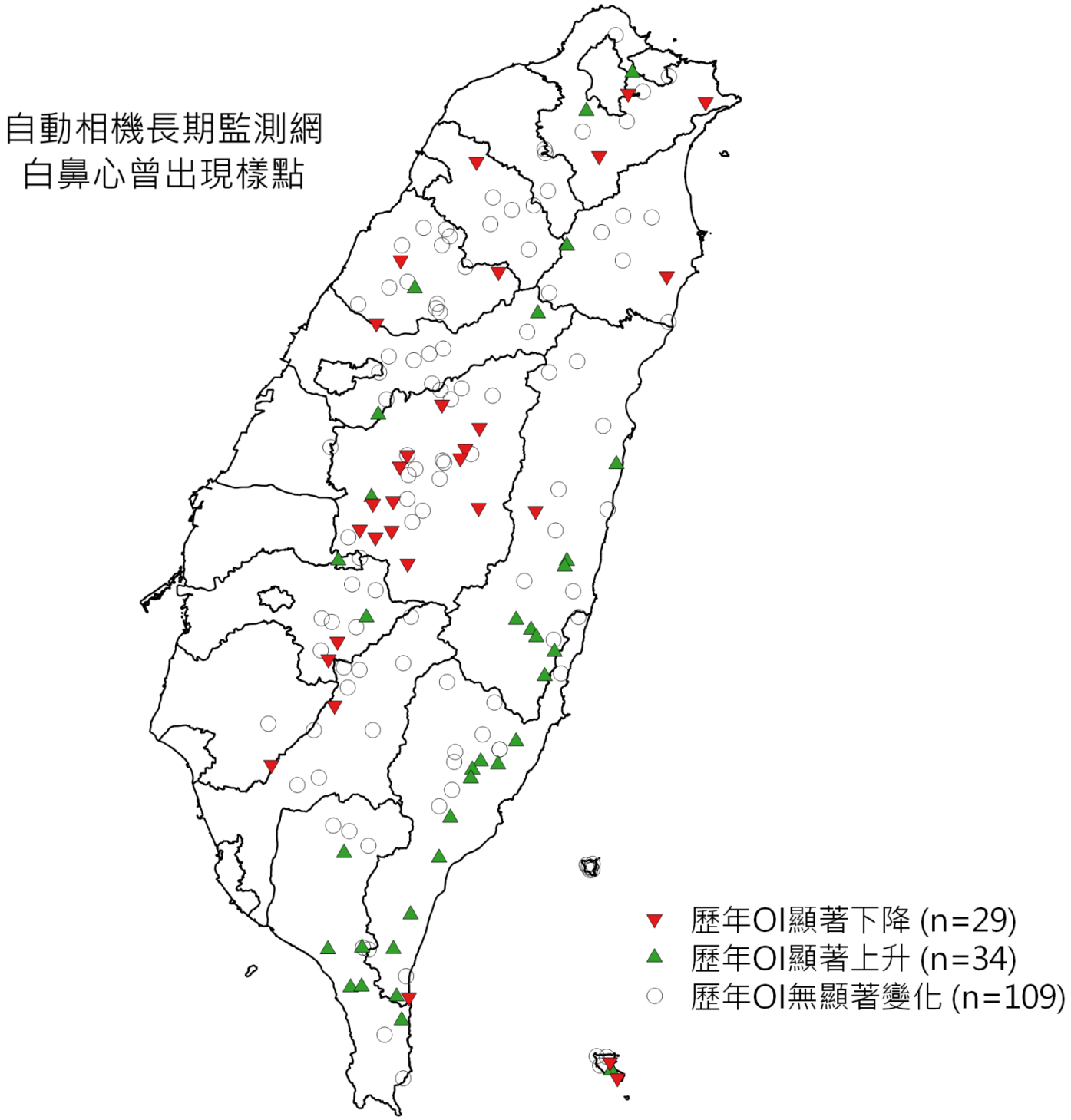


圖 H5。林務局自動相機長期監測網 2015 年 9 月至 2021 年 8 月白鼻心相對豐度變化趨勢分類圖。

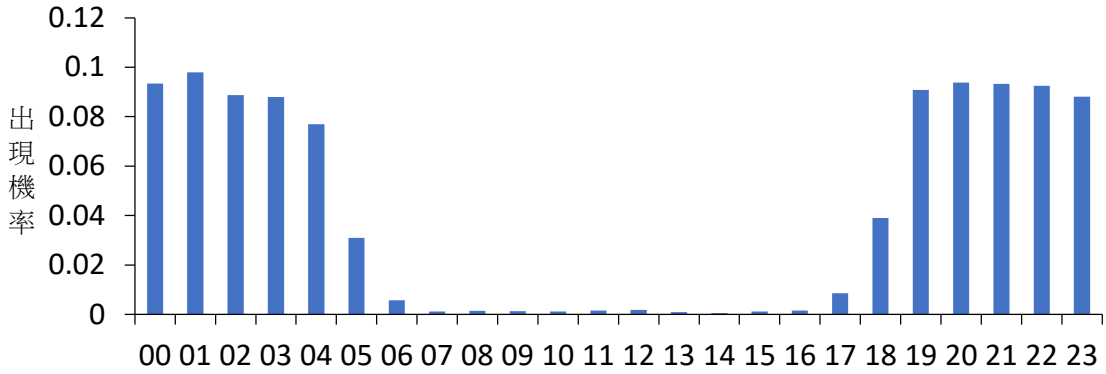


圖 H6。林務局自動相機長期監測網白鼻心出現機率統計。橫軸為時間(小時)，縱軸為出現機率。24 小時出現機率合計為 1。

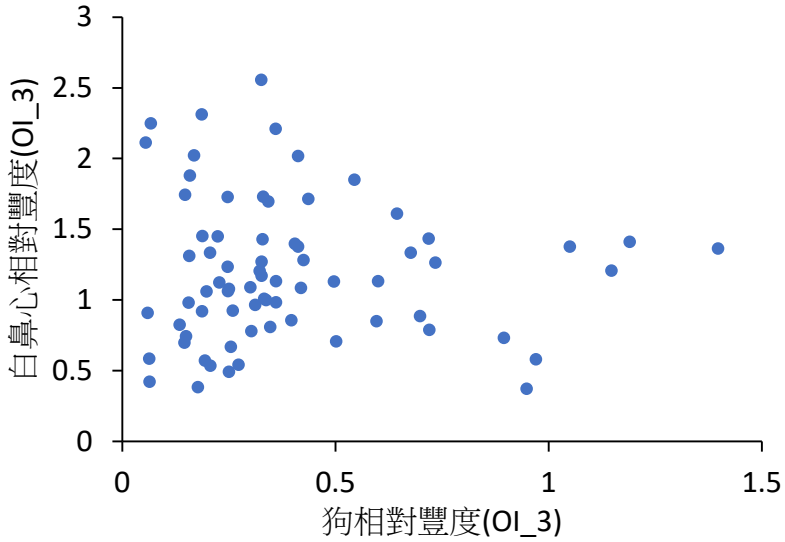


圖 H7。林務局自動相機長期監測網白鼻心與犬每月相對豐度(OI_3)關係圖。

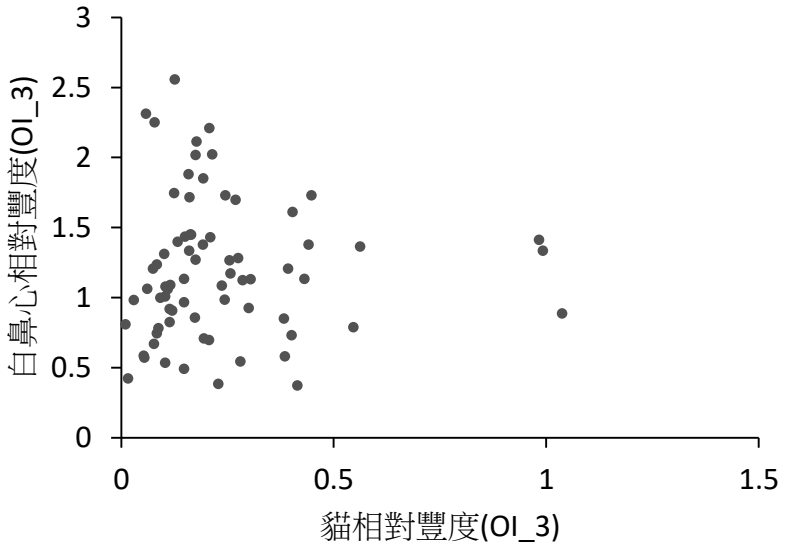


圖 H8。林務局自動相機長期監測網白鼻心與貓每月相對豐度(OI_3)關係圖。

I. 麝香貓　*Viverricula indica taivana*

食肉目

靈貓科

截至 2021 年 8 月，長期監測網中僅 53 個樣點(29%)曾拍攝到麝香貓（圖 I1）。麝香貓主要出現於 1000 公尺以下海拔樣點，1000-2000 公尺海拔也有 11 個樣點曾拍攝到牠們，2000 公尺以上海拔則未曾出現。從海拔分布來看麝香貓的歷年平均相對豐度，低海拔樣點的年間豐度變化較大，2020 年開始明顯上升；中海拔樣點的豐度則是平緩地逐年下降，今年稍有回升(圖 I2)。

自 2015 年 9 月開始監測以來，將麝香貓的歷年每月相對豐度與時間做線性迴歸分析，兩者沒有顯著相關(表 3, r=0.11, p=0.378)，整體相對豐度並未隨時間呈現顯著的上升或下降。以月平均 OI_3 來看（圖 I3），麝香貓的豐度在夏季(6-8 月)相比於其他月份較低；歷年年平均 OI_3 則是自 2015 年持續下降至 2019 年，其後至今年又持續回升（圖 I4）。若將歷年曾拍攝到麝香貓之每個樣點的相對豐度變化趨勢分類，可發現有 8 個樣點呈現顯著下降的趨勢，其中將近一半位於宜蘭及台北的點位，檢視這些樣點的棲地類型發現都位於靠近人類的聚落或人工林，推測麝香貓在這些樣點遭受的人為活動干擾影響較大，此外南部豐度下降的樣點棲地類型則皆是闊葉林，人為活動或者犬貓威脅是否是造成這些樣點麝香貓豐度下降的原因仍有待進一步探究；此外有 12 個樣點呈現顯著上升的趨勢，其餘 33 個樣點沒有明顯的變化（圖 I5）。另外值得注意的是 HL06A 樣點(位於花蓮縣大富村，海拔 155 公尺，植被類型為人工林)於今年 7 月首次拍攝到麝香貓，是本研究在花蓮地區的第一筆麝香貓紀錄。

麝香貓明顯偏好夜間活動(圖 I6)，其出現點位中，同時有犬、貓存在的樣點比例分別為 88.5%及 40.4%(圖 5、6，頁 53)，然而牠們與犬貓的平均每月相對豐度都有顯著正相關(圖 I7、I8)，相關係數分別為 0.25($p<0.05$)與 0.40($p<0.001$)。

1101158

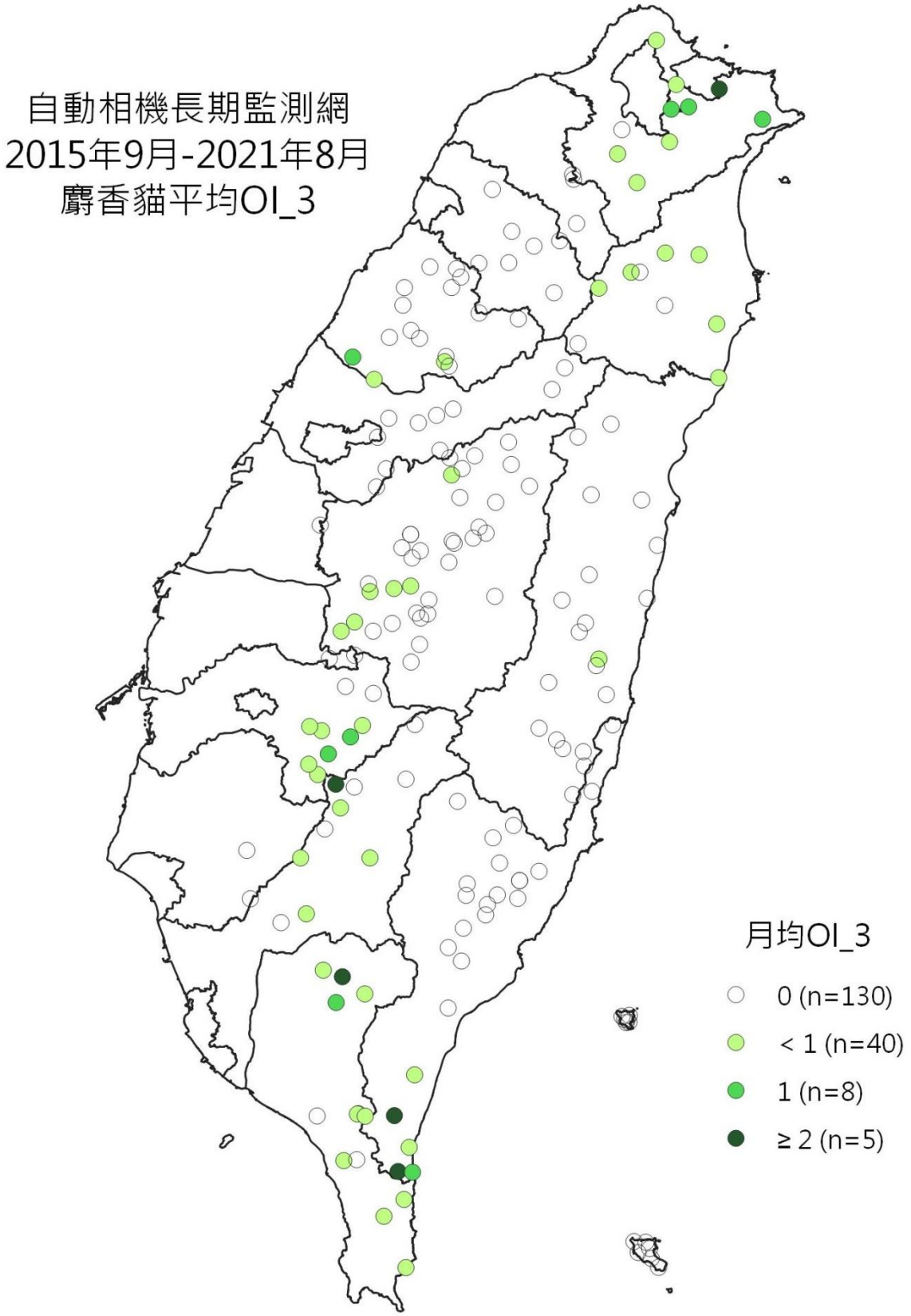


圖 I1。林務局自動相機長期監測網 2015 年 9 月至 2021 年 8 月麝香貓相對豐度(OI_3)之月平均值。

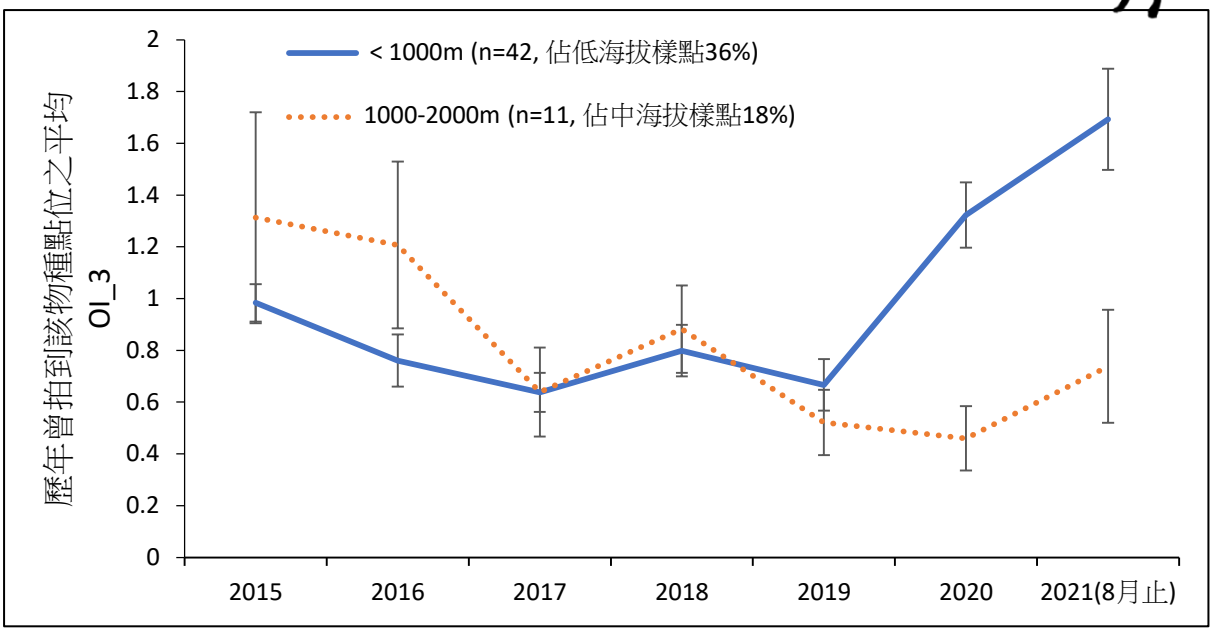


圖 I2。林務局自動相機長期監測網三種海拔範圍拍攝麝香貓之相對豐度(OI_3)變化趨勢。

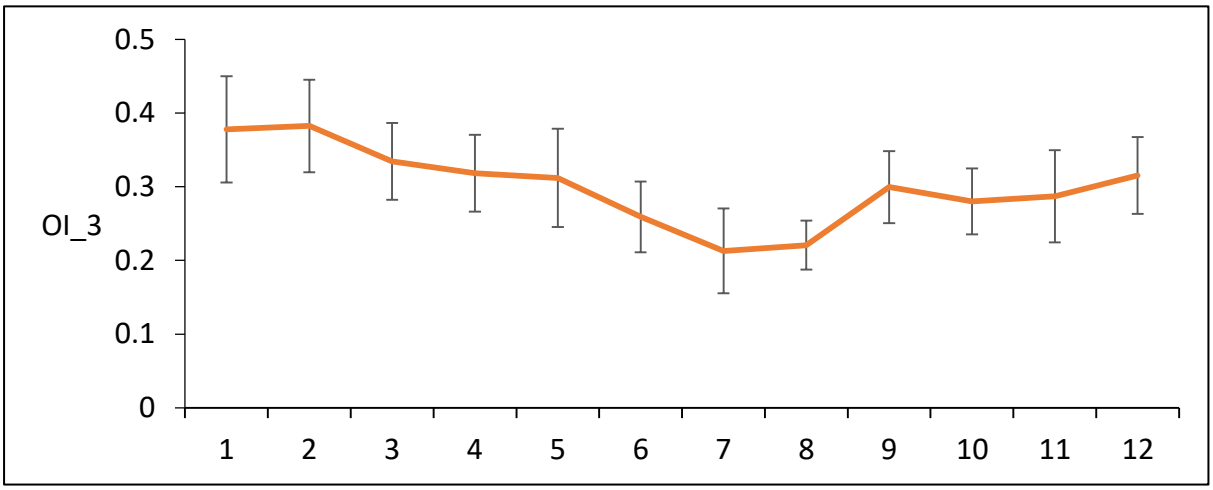


圖 I3。林務局自動相機長期監測網麝香貓月平均 OI_3 之變化趨勢。

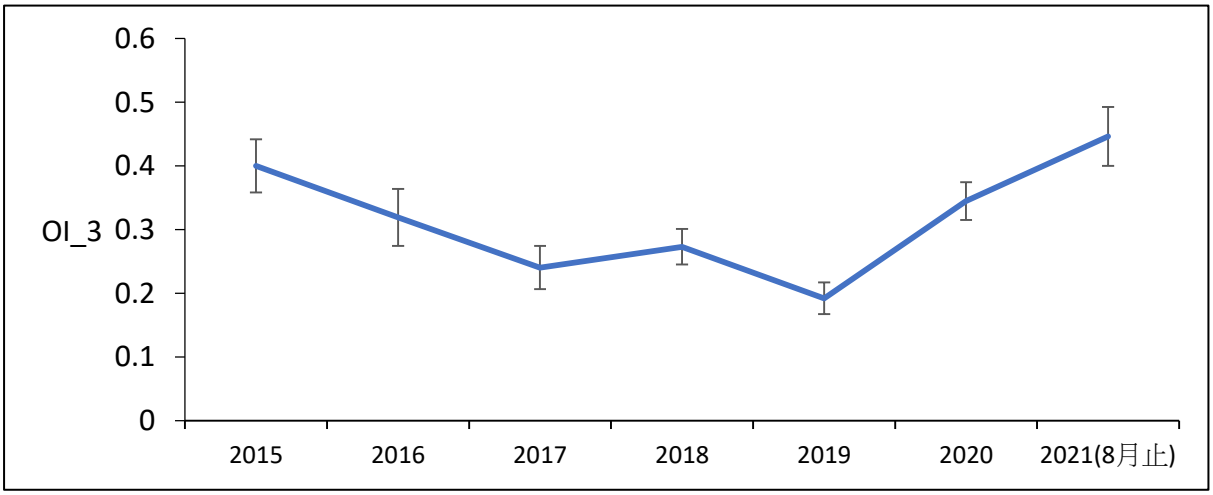


圖 I4。林務局自動相機長期監測網麝香貓年平均 OI_3 之變化趨勢。

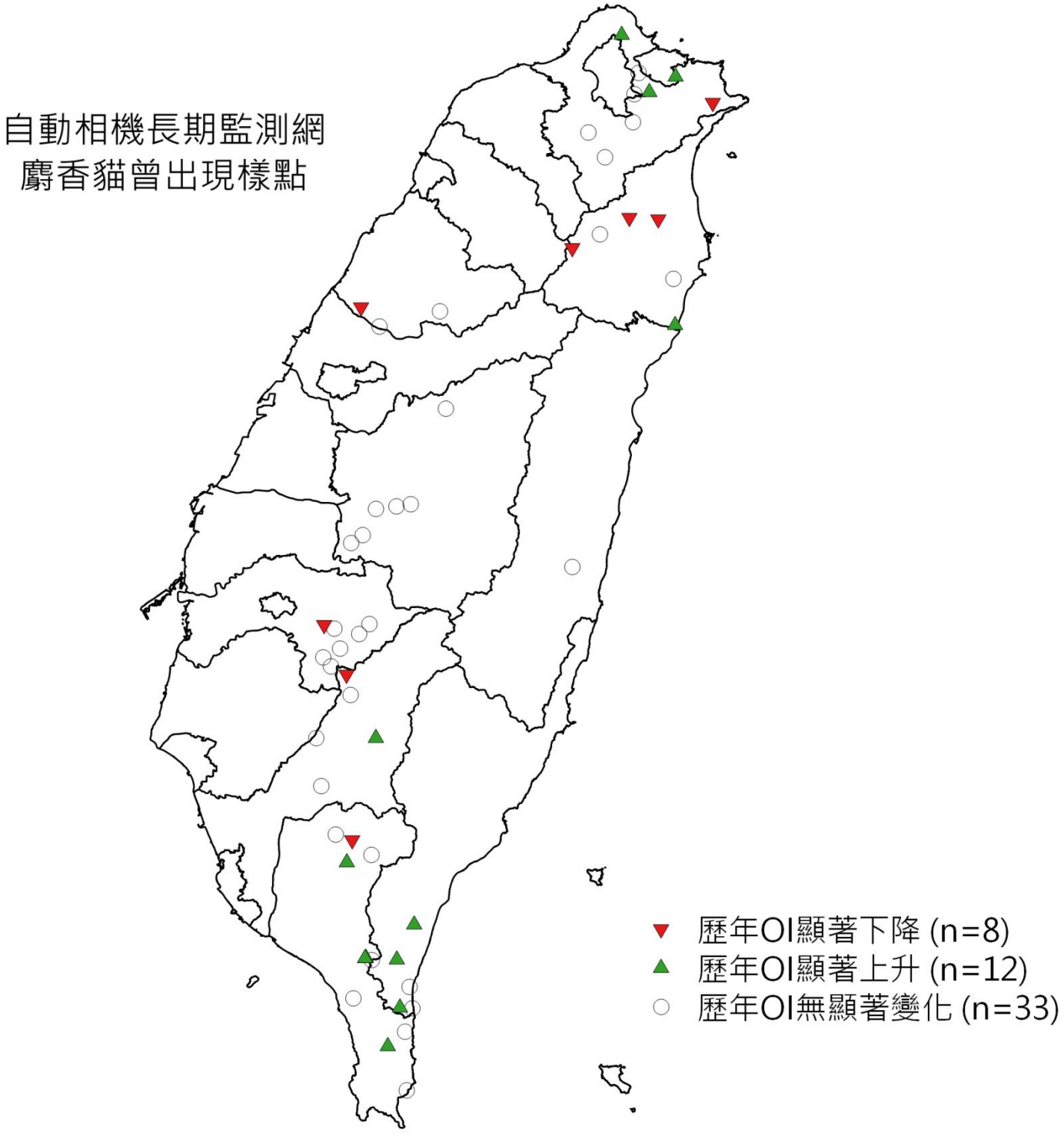


圖 I5。林務局自動相機長期監測網 2015 年 9 月至 2021 年 8 月麝香貓相對豐度變化趨勢分類圖。

1101158

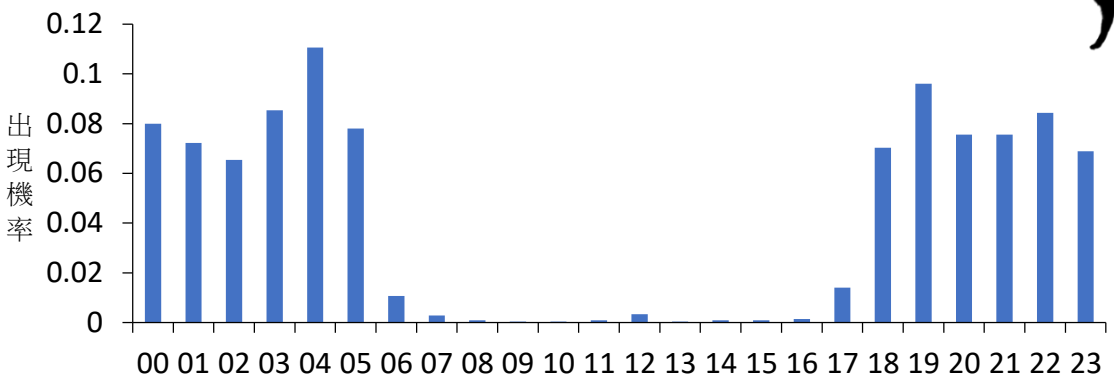


圖 I6。林務局自動相機長期監測網麝香貓出現機率統計。橫軸為時間(小時)，縱軸為出現機率。24 小時出現機率合計為 1。

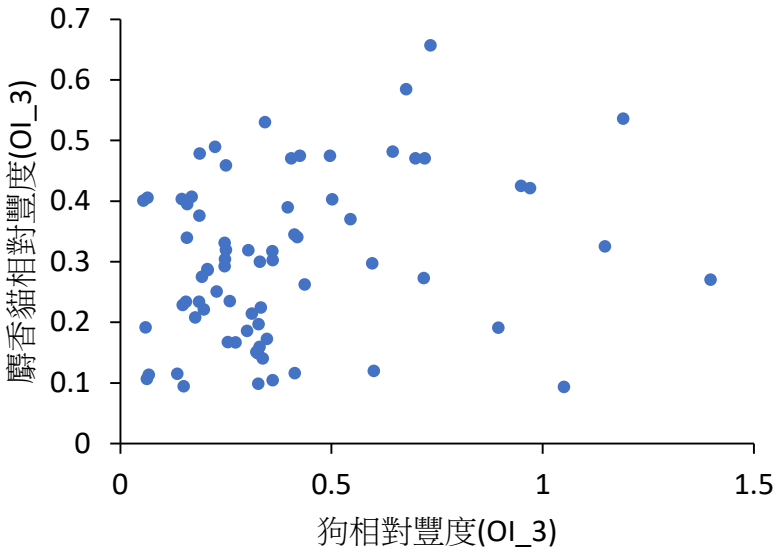


圖 I7。林務局自動相機長期監測網麝香貓與犬每月相對豐度(OI_3)關係圖。

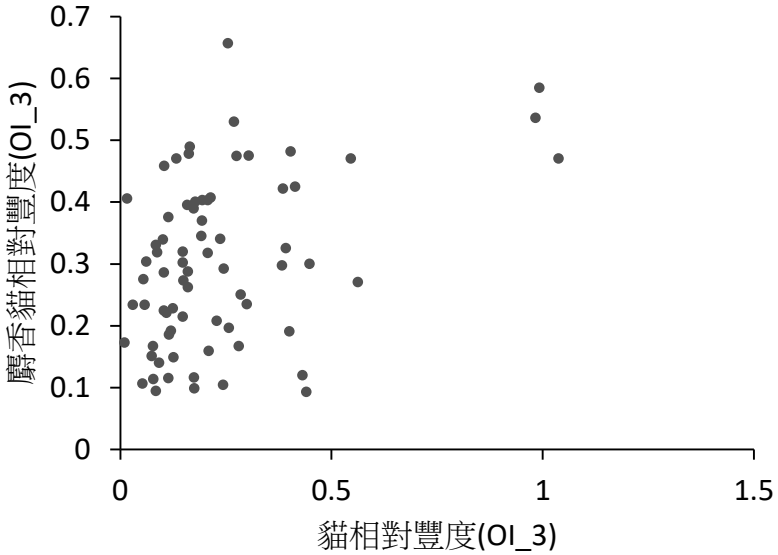


圖 I8。林務局自動相機長期監測網麝香貓與貓每月相對豐度(OI_3)關係圖。

J. 食蟹獴 *Herpestes urva formosanus*

食肉目

獴科

截至 2021 年 8 月，長期監測網中有 148 個樣點(80.9%)曾拍攝到食蟹獴（圖 J1），以中、低海拔樣點最多，大於 2000 公尺之 5 個高海拔樣點也有 2 台曾有食蟹獴的紀錄(皆位於花蓮，海拔分別是 2899 及 3371 公尺)。從海拔分布來看食蟹獴的歷年平均相對豐度，最高主要落在 1000 公尺以下低海拔樣點(圖 J2)，整體而言食蟹獴的豐度在低海拔與高海拔的樣點有較大的年間波動趨勢，低海拔樣點平均豐度於 2019 年達到高峰後持續下降至今；中海拔樣點豐度則是相對維持平穩。

自 2015 年 9 月開始監測以來食蟹獴的歷年每月相對豐度是顯著上升的(表 3, r=0.36, p=0.001)。以月平均 OI_3 來看（圖 J3），食蟹獴的全年相對豐度較無法看出明顯的季節變化，約略於春季較高；歷年平均 OI_3 則在 2019 年達到高峰後開始降低（圖 J4）。若將歷年曾拍攝到食蟹獴之每個樣點的相對豐度變化趨勢分類，可發現有 21 個樣點呈現顯著下降的趨勢、36 個樣點顯著上升，其中豐度上升的情況在台東及屏東、花蓮地區樣點最為明顯，其餘樣點則沒有明顯的變化（圖 J5）。

食蟹獴主要偏好白天活動(圖 J6)，其出現點位中，同時有犬、貓存在的樣點比例分別為 88.5%及 42.6%(圖 5、6，頁 53)，相較於其他中大型哺乳類動物，食蟹獴與犬貓共域的比例是較高的，不過牠們與犬貓的平均每月相對豐度都沒有顯著的相關(圖 J7、J8)。

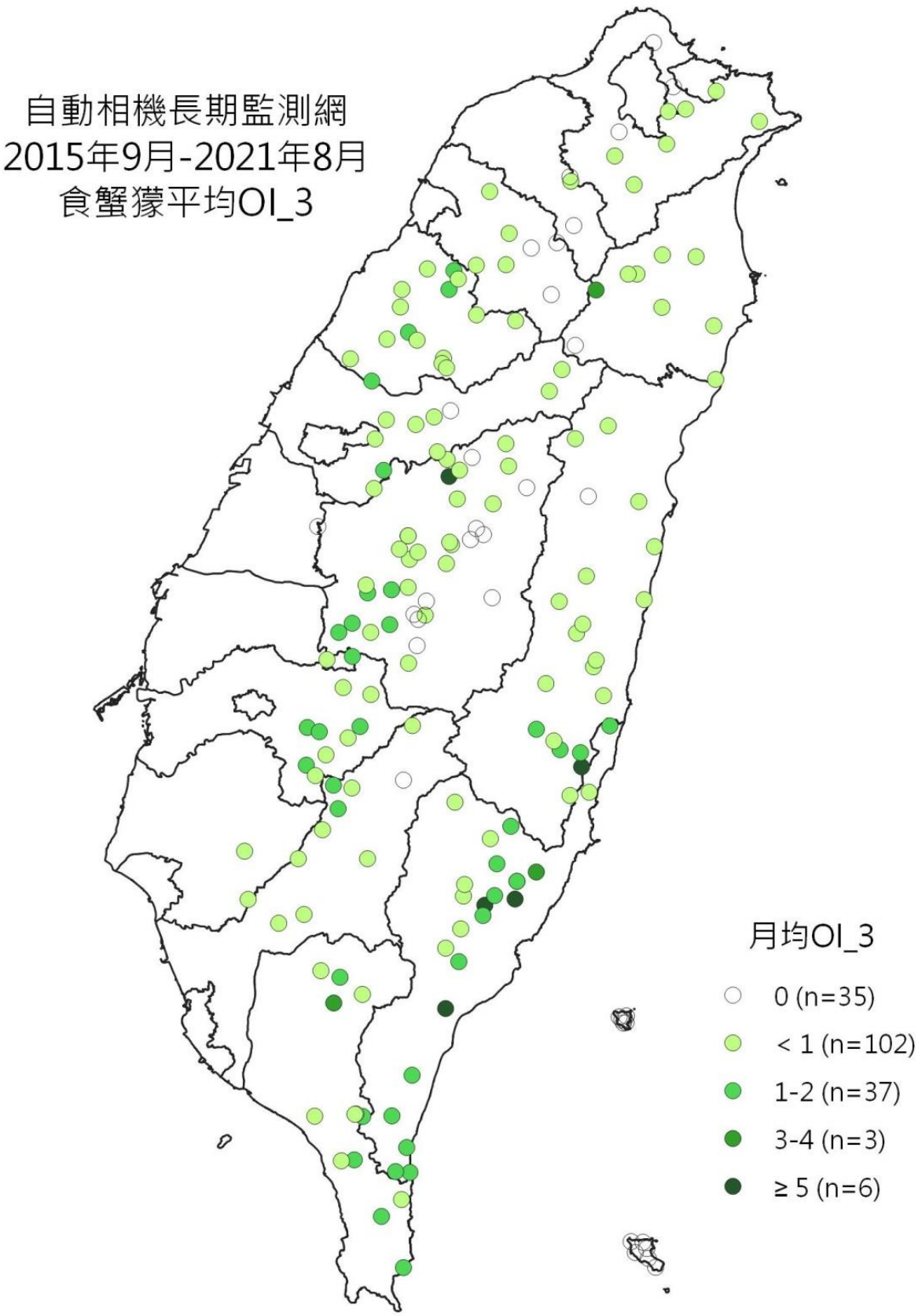


圖 J1。林務局自動相機長期監測網 2015 年 9 月至 2021 年 8 月食蟹獴相對豐度(OI_3)之月平均值。

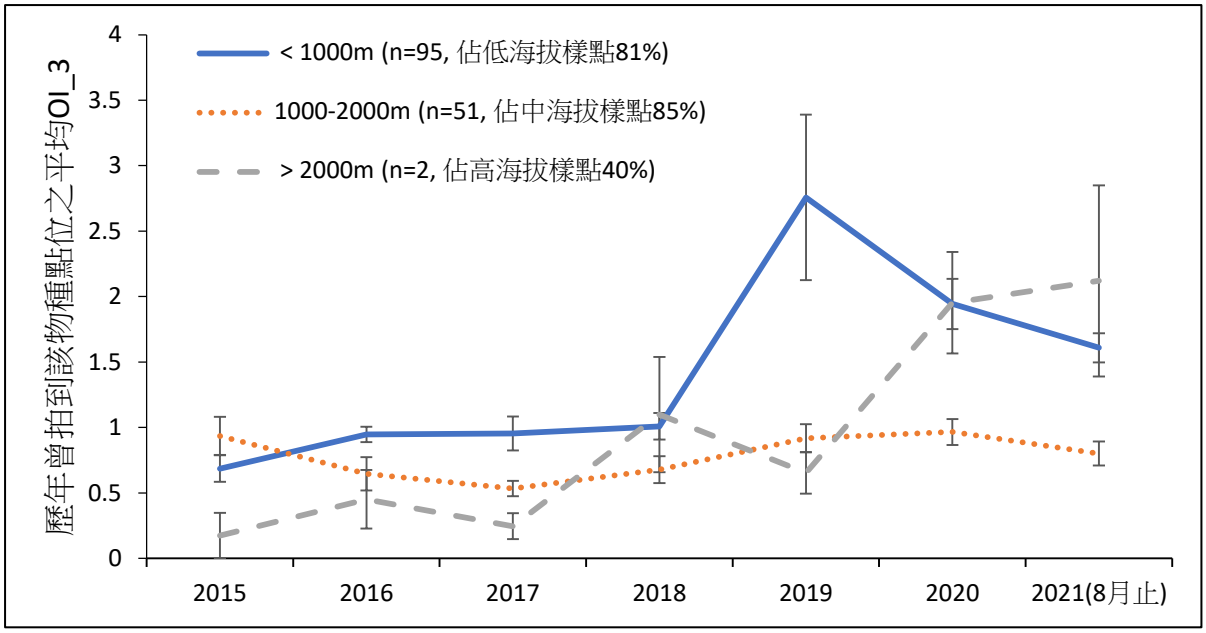


圖 J2。林務局自動相機長期監測網三種海拔範圍拍攝食蟹獴之相對豐度(OI_3)變化趨勢。

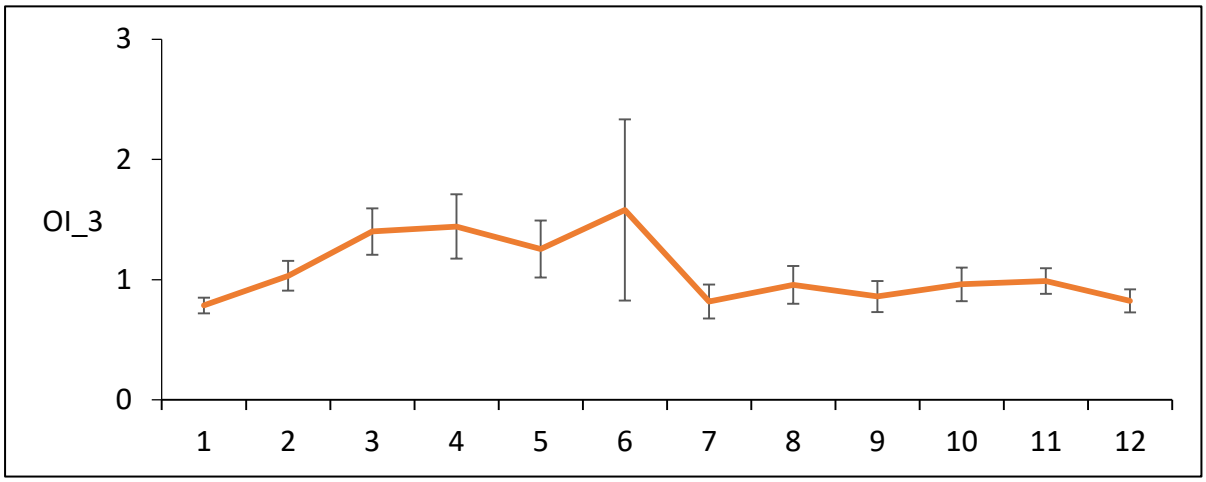


圖 J3。林務局自動相機長期監測網食蟹獴月平均 OI_3 之變化趨勢。

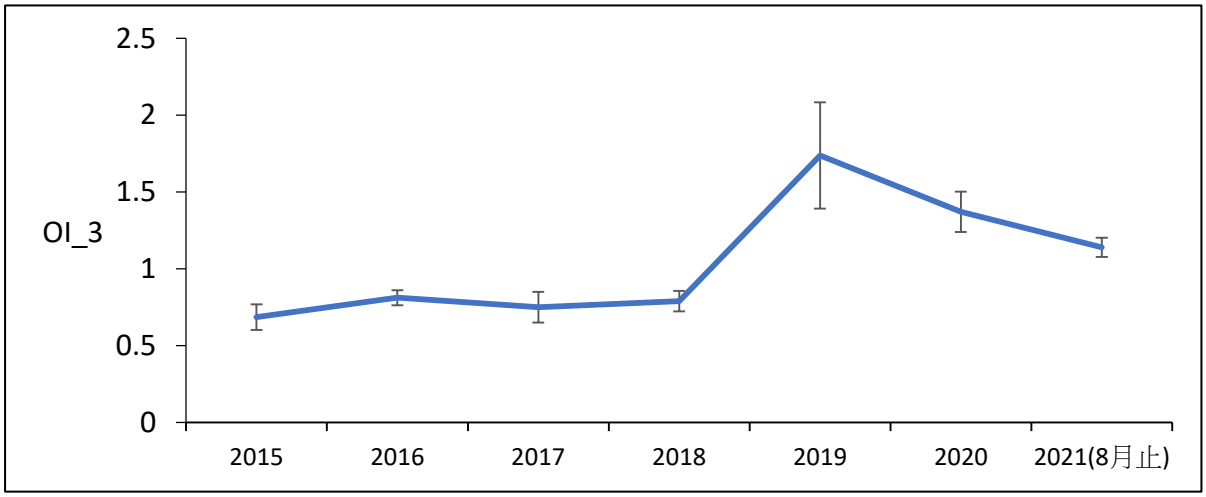


圖 J4。林務局自動相機長期監測網食蟹獴年平均 OI_3 之變化趨勢。

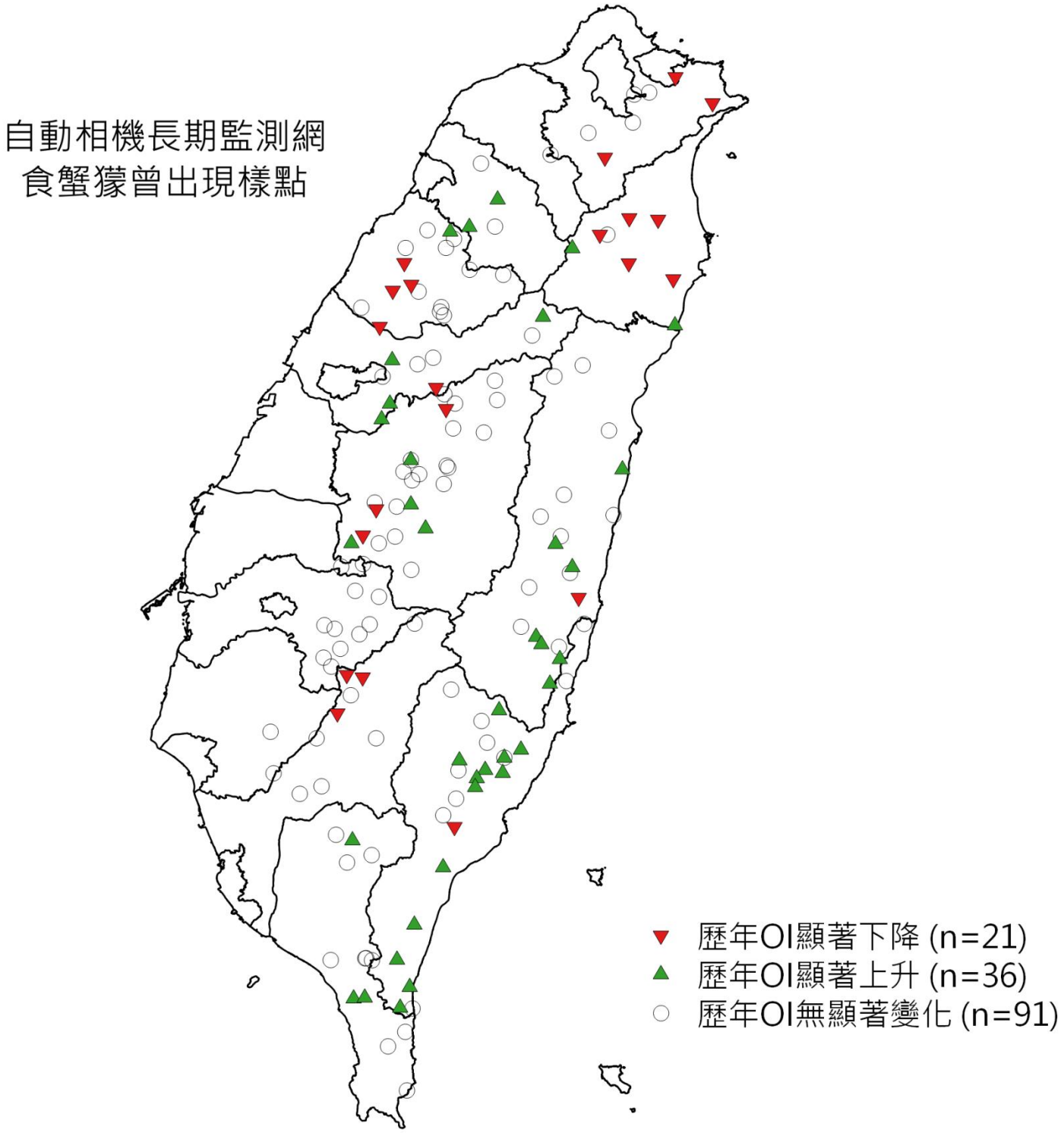


圖 J5。林務局自動相機長期監測網 2015 年 9 月至 2021 年 8 月食蟹獴相對豐度變化趨勢分類圖。

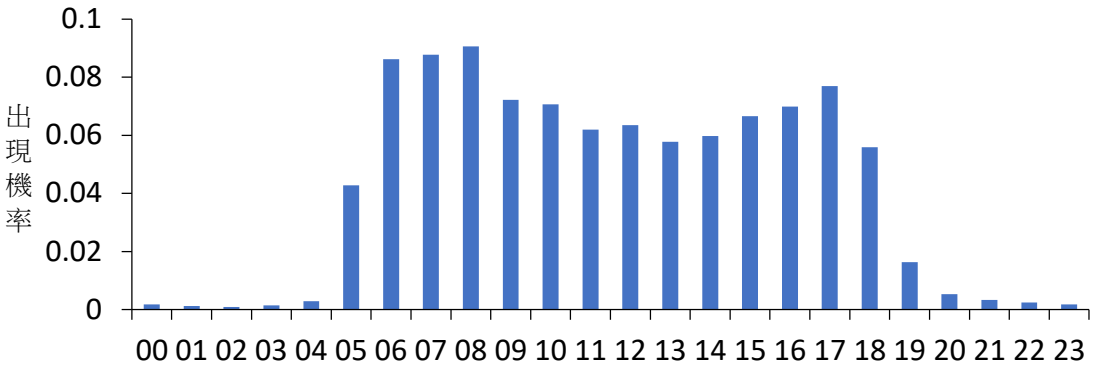


圖 J6。林務局自動相機長期監測網食蟹獴出現機率統計。橫軸為時間(小時)，縱軸為出現機率。24 小時出現機率合計為 1。

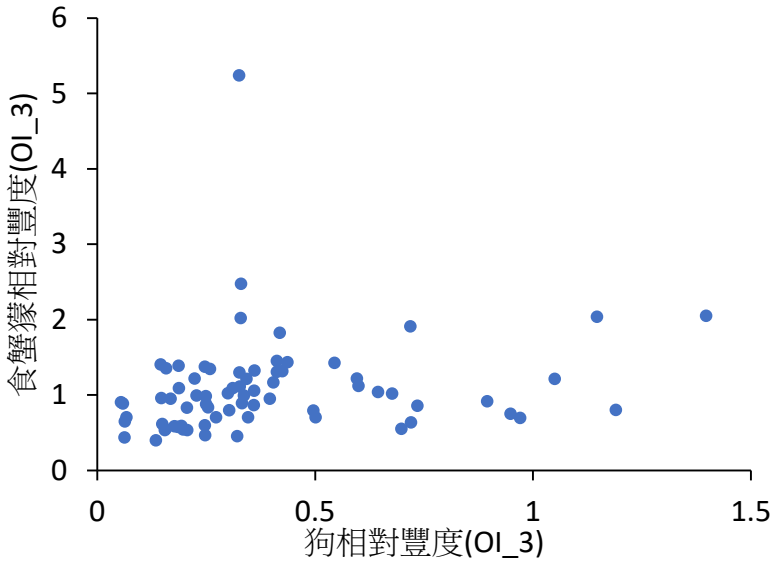


圖 J7。林務局自動相機長期監測網食蟹獴與犬每月相對豐度(OI_3)關係圖。

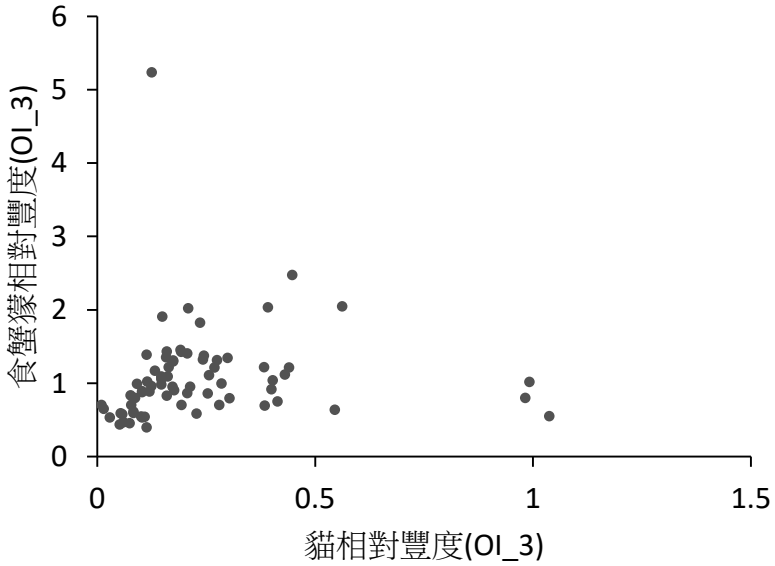


圖 J8。林務局自動相機長期監測網食蟹獴與貓每月相對豐度(OI_3)關係圖。

K. 石虎 *Prionailurus bengalensis*

食肉目

貓科

截至 2021 年 8 月，長期監測網 183 台樣點中僅 21 個樣點(11.5%)曾拍攝到石虎（圖 K1），其中 17 個樣點位於 1000 公尺以下海拔、4 個樣點位於 1000-2000 公尺海拔(最高是位於苗栗公館鄉的 HC25B 樣點，海拔 1938 公尺)。石虎在本研究中只曾在苗栗、南投及台中 3 個縣市樣點出現，並以前二者為主（圖 K1）。低海拔 17 樣點的平均相對豐度又較中海拔樣點高，然而自 2017 年開始即逐年下降，今年 1-8 月的平均豐度略等於去年(2020)(圖 K2)；中海拔 4 個樣點相對豐度也同樣逐年下降，2018 年開始後就不曾再拍攝過石虎。

2015 年 9 月開始監測以來，將石虎的歷年每月相對豐度與時間做線性迴歸分析，兩者呈現顯著負相關(表 3, $r=-0.49$, $p<0.001$)，意即石虎整體相對豐度隨時間呈現下降的趨勢，是鼬獾以外豐度下降最顯著的物種。以月平均 OI_3 來看（圖 K3），石虎相對豐度在 2 月、6 月及 12 月較高，沒有明顯的特定季節高峰；歷年年平均 OI_3 則是自 2015 年以來持續下降至今（圖 K4）。若將歷年曾拍攝到石虎之每個樣點的相對豐度變化趨勢分類，可發現有 4 個樣點呈現顯著下降的趨勢（圖 K5），分別是位於苗栗卓蘭鎮的 HC31A、頭屋鄉的 HC24B 以及南投魚池鄉的 NT06A、NT11B 樣點，棲地類型分別有闊葉林、人類聚落、人工林與竹林，海拔介於 160-837 公尺，目前尚未釐清這些樣點石虎豐度下降的真正原因，是否是人為活動或者犬貓造成的威脅還需要更進一步的分析。剩下的 17 個樣點則沒有顯著的豐度變化；沒有任何樣點的石虎豐度有明顯增加（圖 K5）。

石虎偏好夜間活動(圖 K6)，其出現點位中同時有犬、貓存在的樣點比例分別為 100%及 61.9%(圖 5、6，頁 53)，是本研究所有監測目標物種中與犬貓共域程度最大的物種，雖然石虎的長期監測網 183 台平均相對豐度值與犬、貓都沒有顯著相關(圖 K7、K8)，但若更進一步擷取石虎歷年曾出現的樣點資料來分析，會發現石虎在時間上會迴避犬、貓(見結果與討論「石虎相對豐度下降原因探討」，頁 24、25)，可見犬貓確實可能仍然對石虎造成負面影響，未來本研究將做更多細部的分析探究石虎與犬貓的關係。

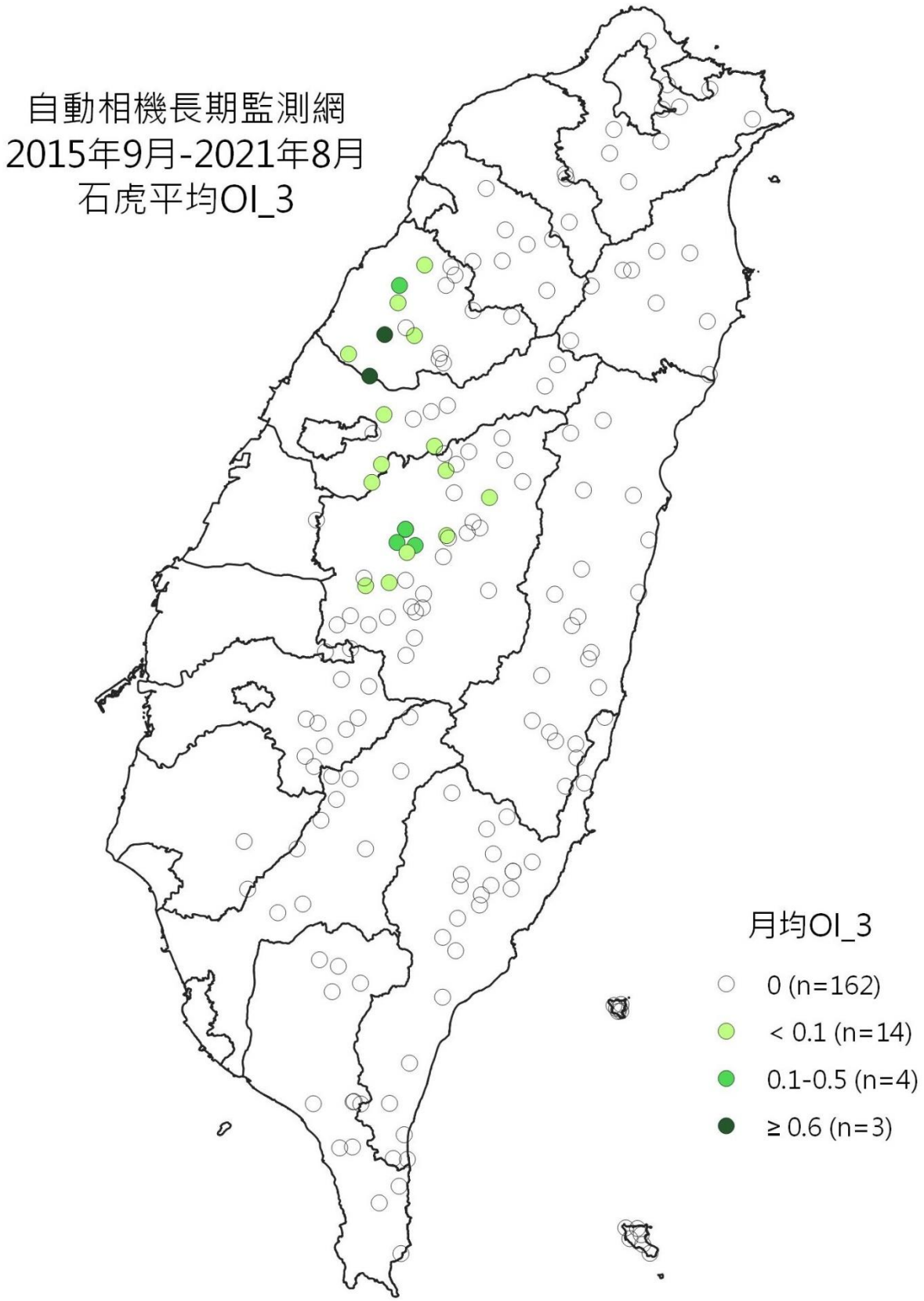


圖 K1。林務局自動相機長期監測網 2015 年 9 月至 2021 年 8 月石虎相對豐度(OI_3)之月平均值。

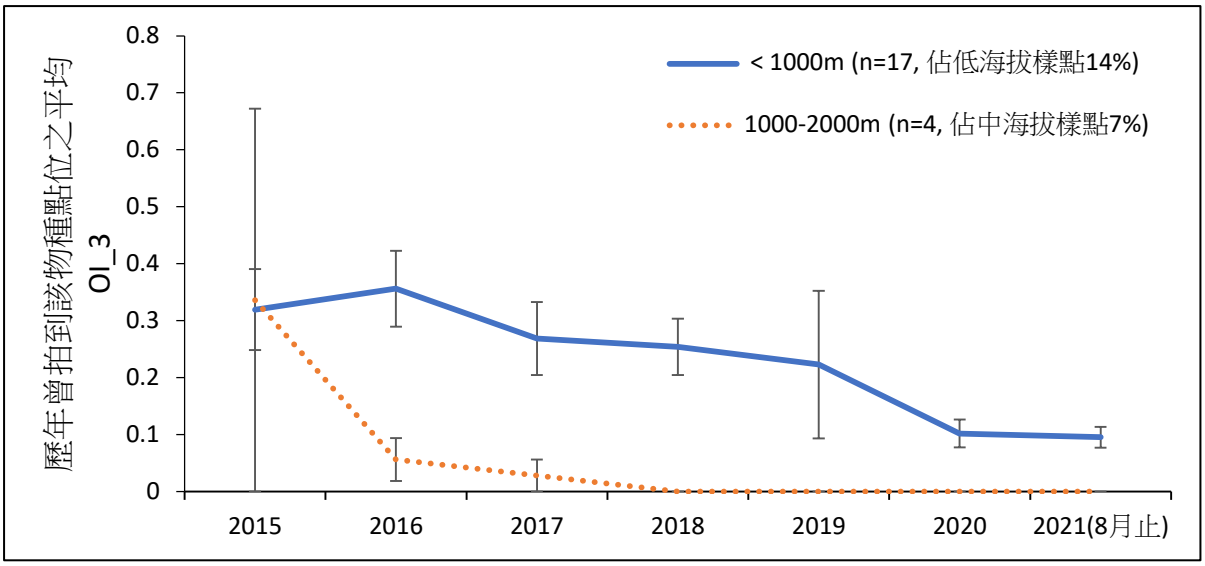


圖 K2。林務局自動相機長期監測網三種海拔範圍拍攝石虎之相對豐度(OI_3)變化趨勢。

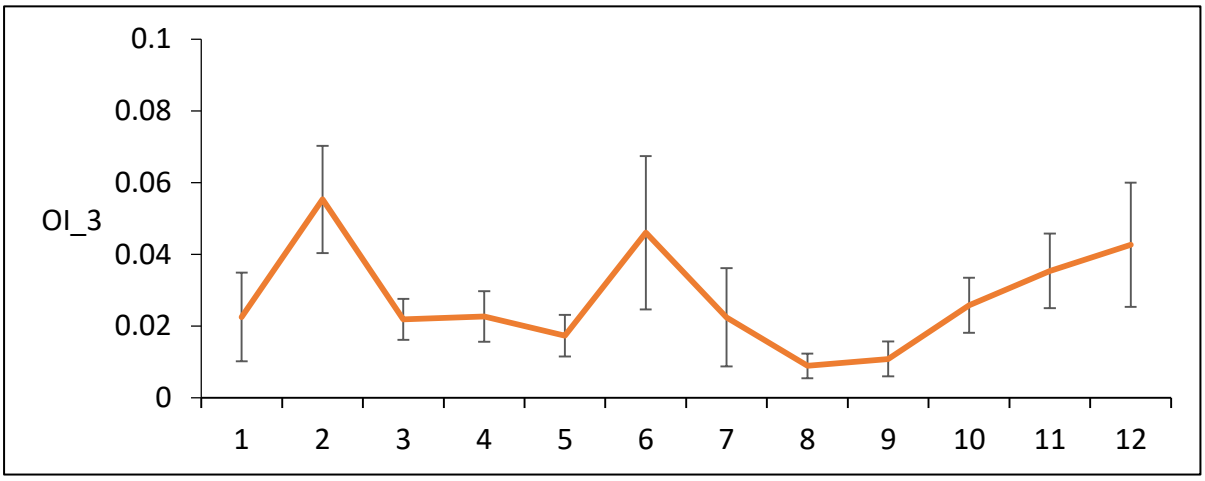


圖 K3。林務局自動相機長期監測網石虎月平均 OI_3 之變化趨勢。

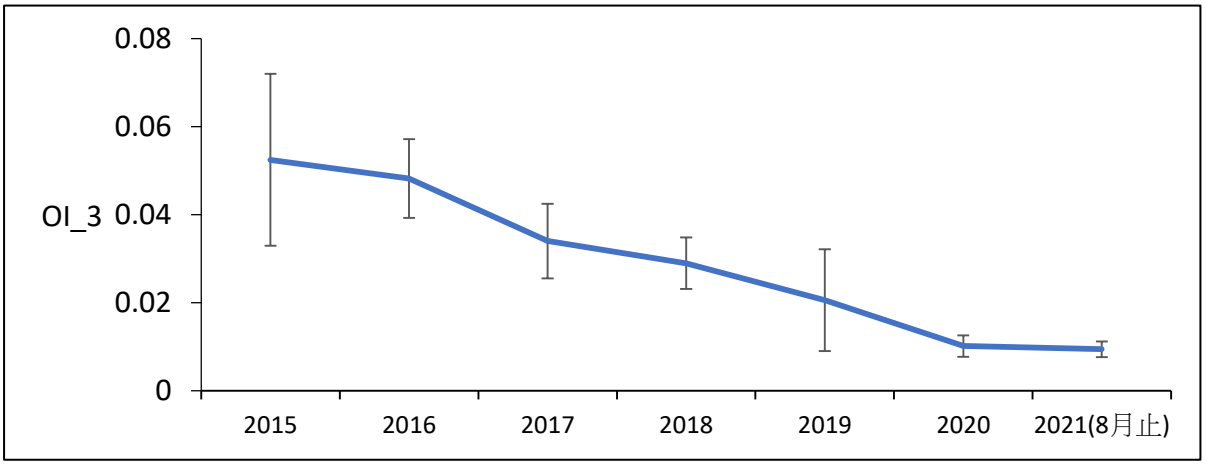


圖 K4。林務局自動相機長期監測網石虎年平均 OI_3 之變化趨勢。

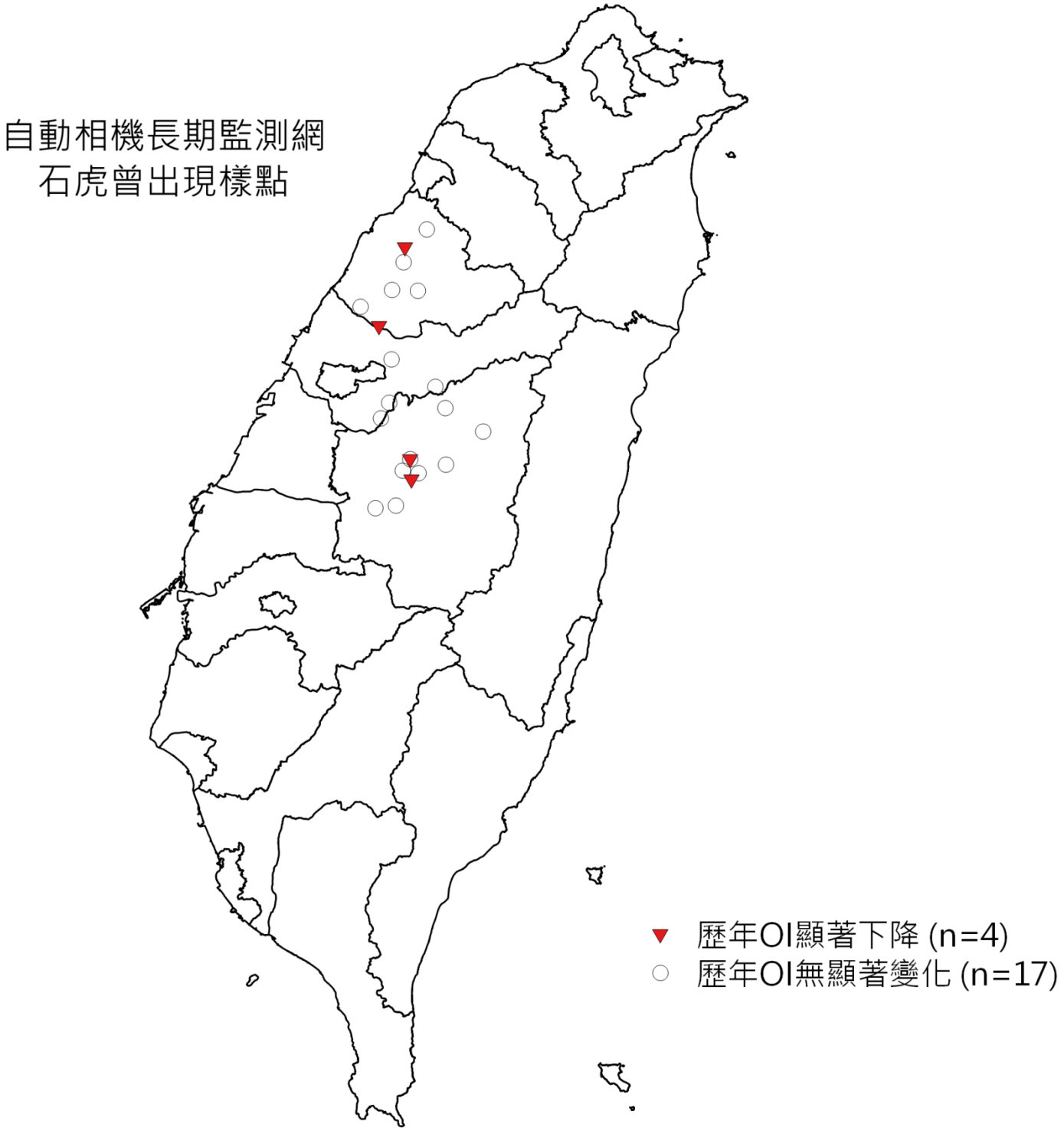


圖 K5。林務局自動相機長期監測網 2015 年 9 月至 2021 年 8 月石虎相對豐度變化趨勢分類圖。

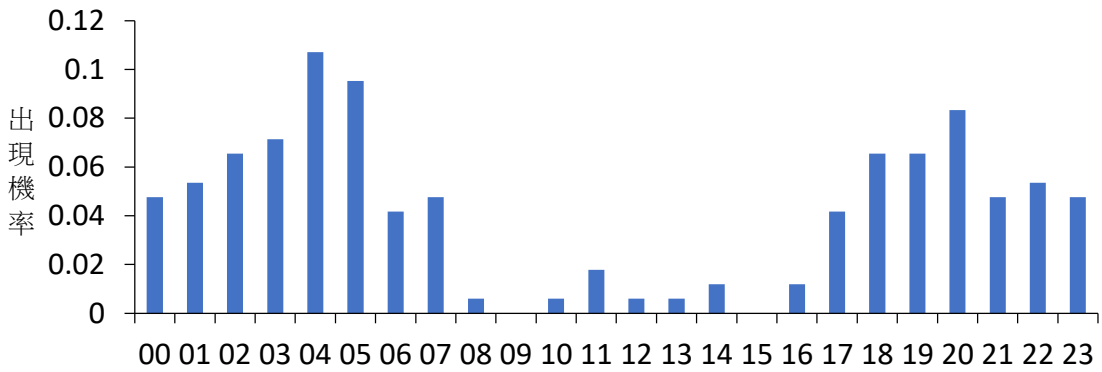


圖 K6。林務局自動相機長期監測網石虎出現機率統計。橫軸為時間(小時)，縱軸為出現機率。24 小時出現機率合計為 1。

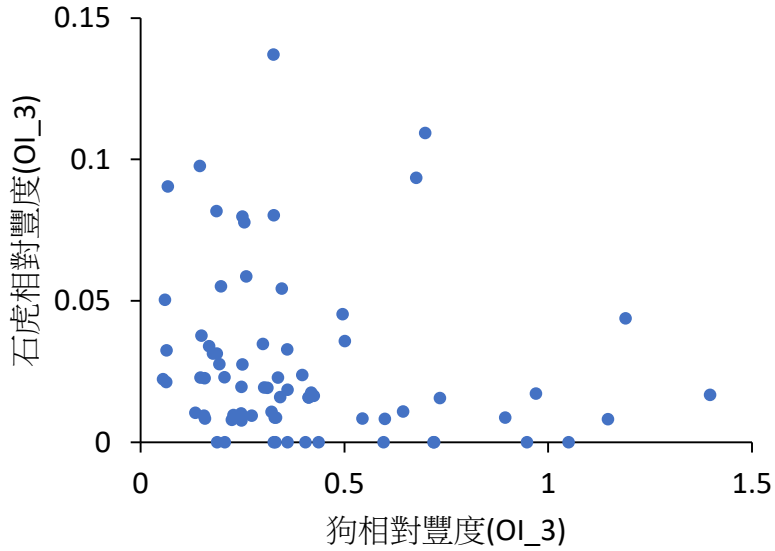


圖 K7。林務局自動相機長期監測網石虎與犬每月相對豐度(OI_3)關係圖。

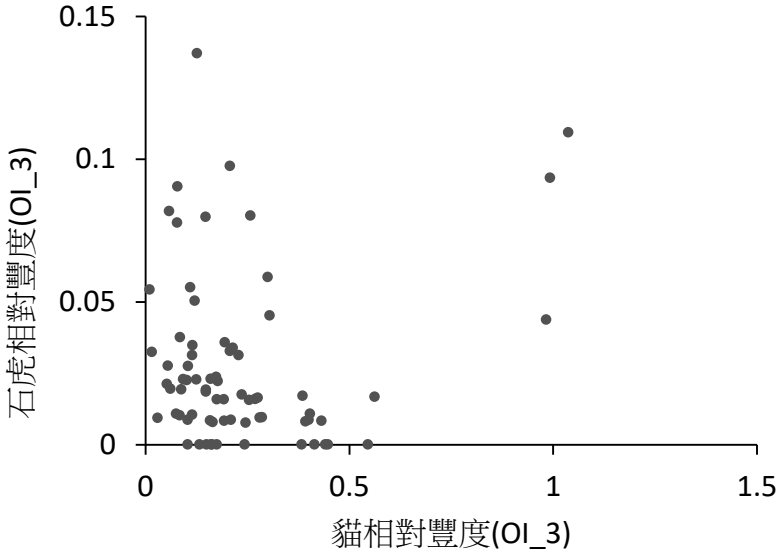


圖 K8。林務局自動相機長期監測網石虎與貓每月相對豐度(OI_3)關係圖。

L. 貓 *Felis Catus*

食肉目

貓科

截至 2021 年 8 月，長期監測網中有 80 個樣點(43.7%)曾拍攝到貓（圖 L1），貓在各海拔高度樣點都曾出現，去年更在位於花蓮玉里的最高海拔樣點(HL13B，3371 公尺)被記錄到。貓在低海拔樣點的相對豐度普遍較高，但中海拔樣點的相對豐度有逐年上升的趨勢，2017 年與今年的豐度均超越低海拔樣點(圖 L2)。

2015 年 9 月開始監測以來，將貓的歷年每月相對豐度與時間做線性迴歸分析，兩者沒有顯著的相關(表 3, r=-0.05, p=0.652)，意即歷年相對豐度沒有明顯變化。以月平均 OI_3 來看（圖 L3），貓的相對豐度在夏季明顯低於冬季；歷年年平均 OI_3 則是在 2017 及 2018 年的低點後回升至平穩（圖 L4）。若將歷年曾拍攝到貓之每個樣點的相對豐度變化趨勢分類，有 4 個樣點呈現顯著下降的趨勢、8 個樣點呈現顯著上升的趨勢，上升的樣點多為北部及中部地區的中、低海拔樣點；其餘 68 樣點沒有顯著變化（圖 L5）。貓日夜皆活動，白天也常可被記錄到(圖 L6)，綜觀動物與貓的共域比例(圖 6，頁 53)以及動物與貓的相對豐度相關性分析結果，石虎與穿山甲是最迫切需要解決家貓帶來威脅問題的兩個物種。

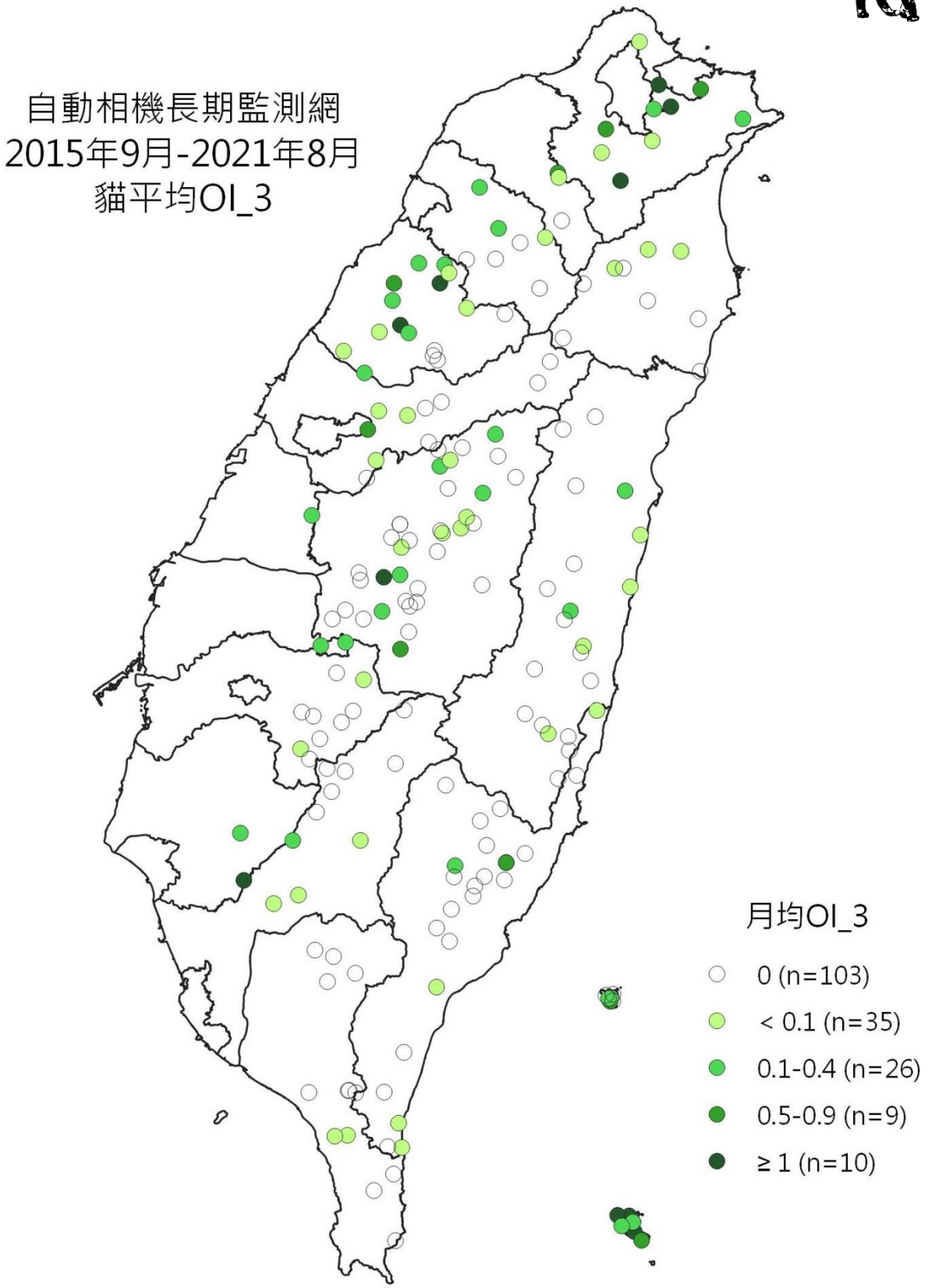


圖 L1。林務局自動相機長期監測網 2015 年 9 月至 2021 年 8 月貓相對豐度(OI_3)之月平均值。

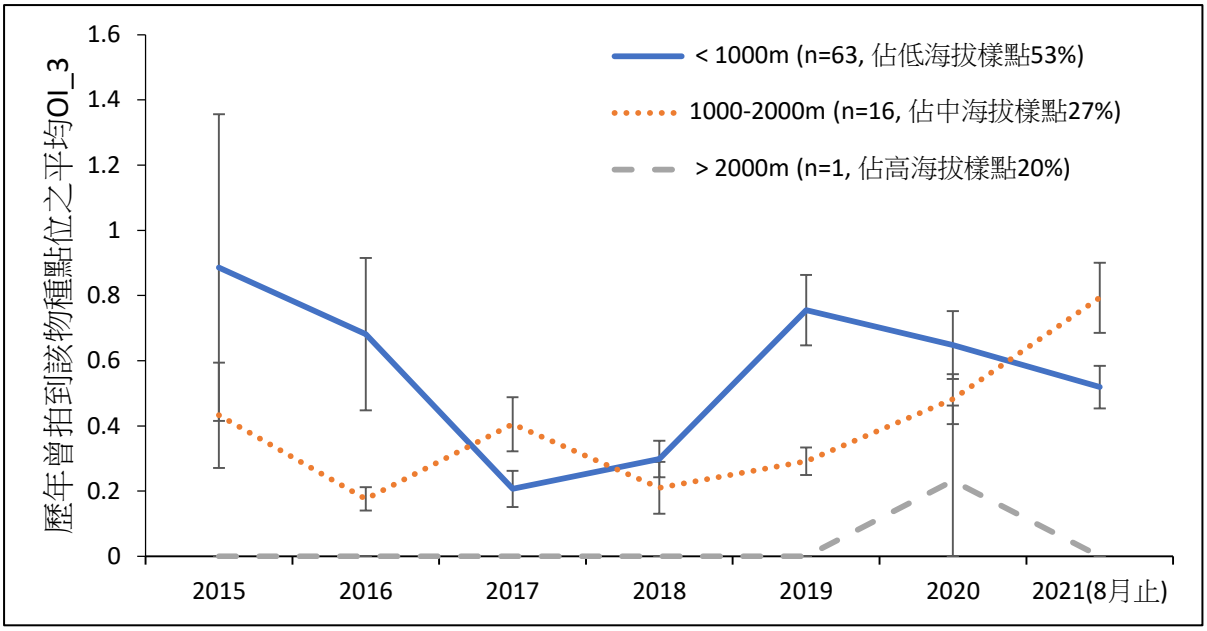


圖 L2。林務局自動相機長期監測網三種海拔範圍拍攝貓之相對豐度(OI_3)

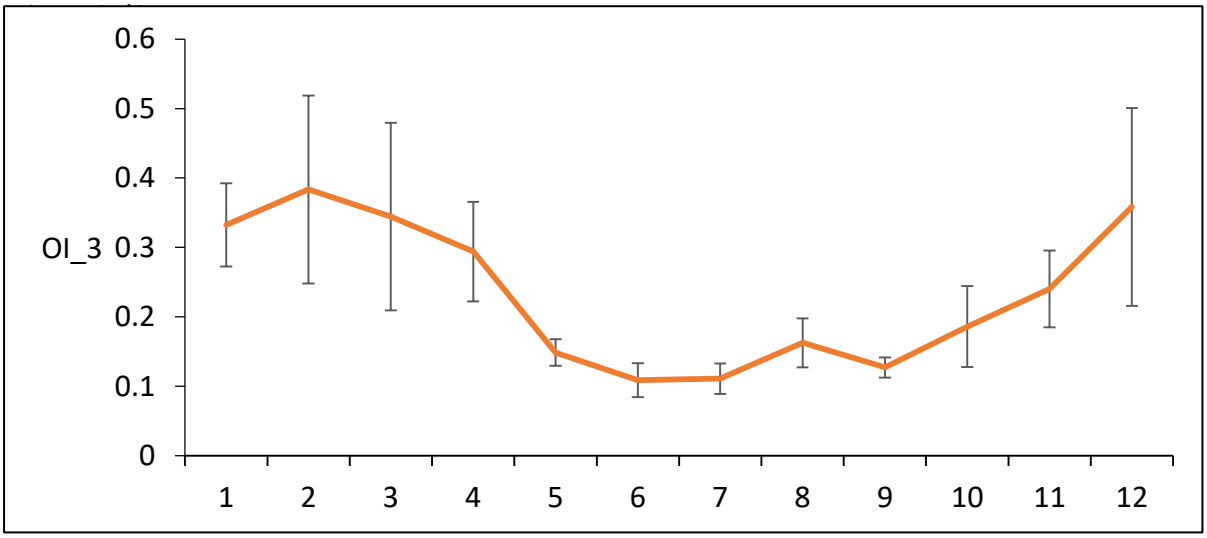


圖 L3。林務局自動相機長期監測網貓月平均 OI_3 之變化趨勢。

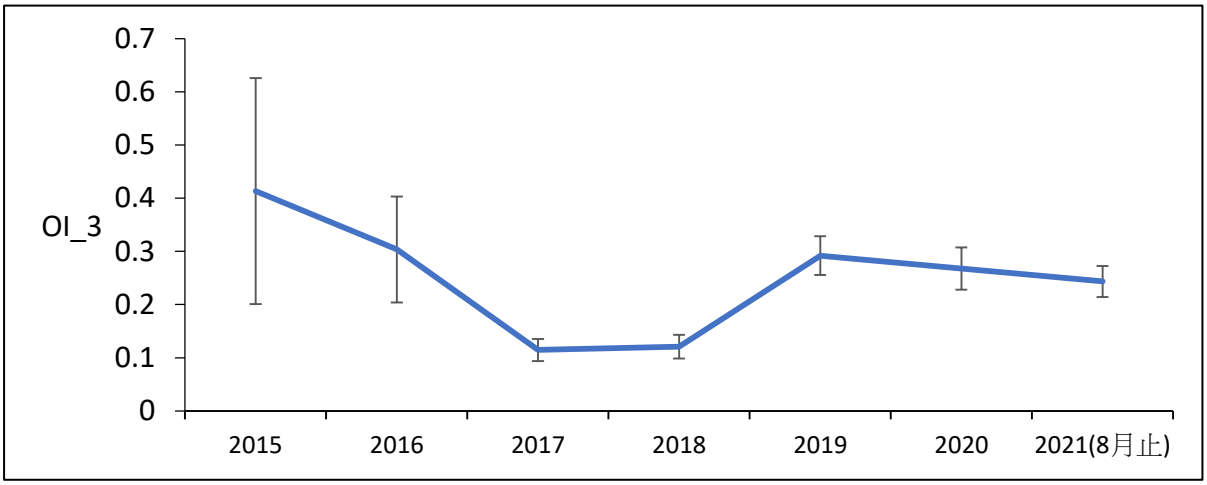


圖 L4。林務局自動相機長期監測網貓年平均 OI_3 之變化趨勢。

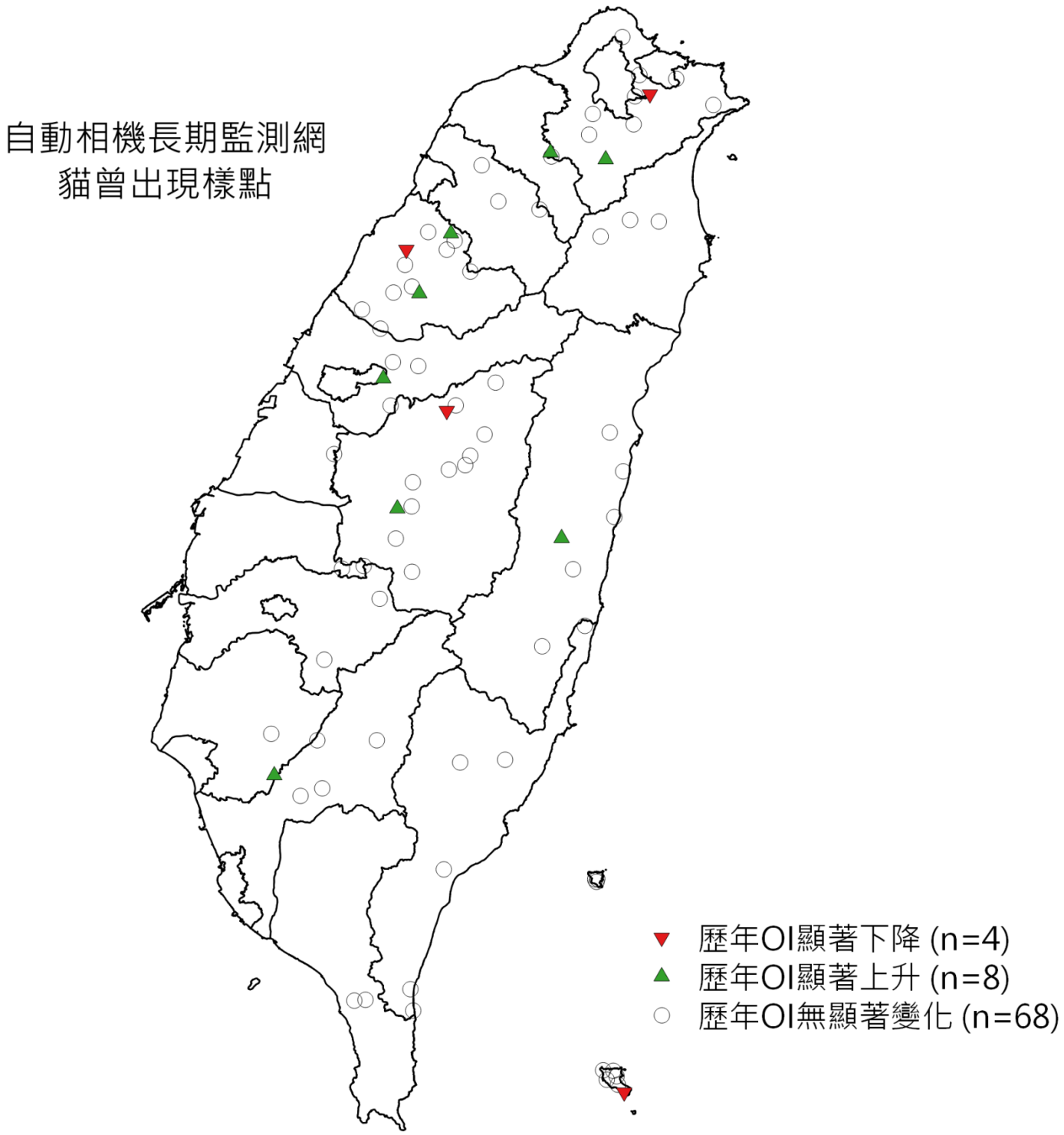


圖 L5。林務局自動相機長期監測網 2015 年 9 月至 2021 年 8 月貓相對豐度變化趨勢分類圖。

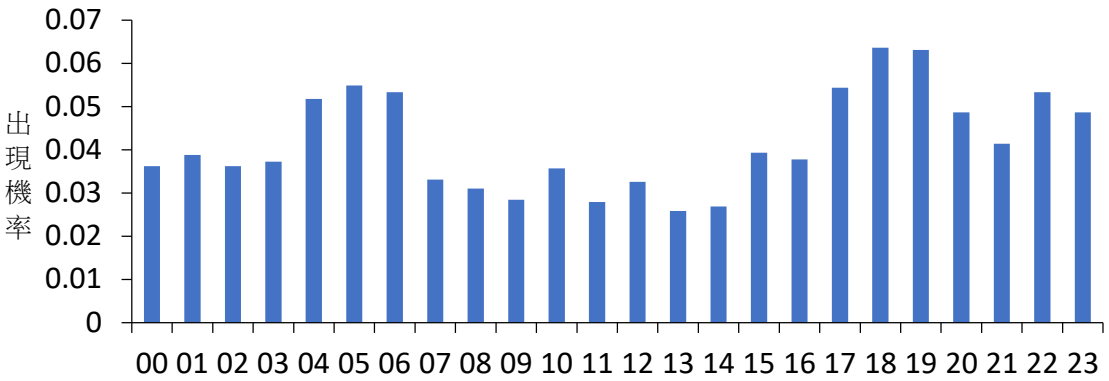


圖 L6。林務局自動相機長期監測網貓出現機率統計。橫軸為時間(小時)，縱軸為出現機率。24 小時出現機率合計為 1。

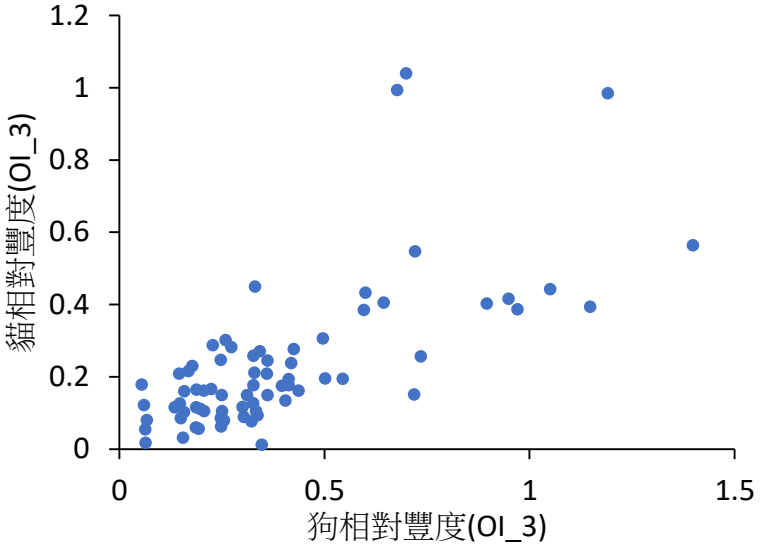


圖 L7。林務局自動相機長期監測網貓與狗每月相對豐度(OI_3)關係圖。

M. 台灣黑熊 *Ursus thibetanus formosanus*

食肉目

熊科

截至 2021 年 8 月，長期監測網 183 台中僅 9 個樣點(4.9%)曾拍攝到黑熊（圖 M1），分別有最低海拔(174 公尺)的 HC36(苗栗觀霧森林遊樂區)，以及 DS08(台中大雪山森林遊樂區)、HL12A(花蓮卓溪鄉)、HL20(花蓮卓溪鄉)、TD06B(台東海端鄉紅石林道)、TD11A(台東卑南鄉利嘉林道)、TD106-1(台東向陽森林遊樂區)、TD106-2(台東延平林道)、TD106-3(台東雙鬼湖野生動植物自然保護區)，樣點海拔介於 174-2899 公尺。長期監測網 183 台當中自 2018 年才開始有相機記錄到黑熊，2018 年的黑熊紀錄涵蓋三種不同高度海拔樣點，平均相對豐度是低海拔樣點最高；2019 年為中海拔樣點相對豐度較高；2020 年有 3 個中海拔樣點曾記錄到黑熊；今年截至 8 月為止則只有 2 個中海拔樣點拍攝到黑熊(圖 M2)。

2015 年 9 月開始監測以來，將黑熊的歷年每月相對豐度與時間做線性迴歸分析，兩者呈現顯著正相關(表 3, $r=0.32$, $p<0.01$)，然而拍攝到黑熊的紀錄仍過於稀少，因此未能斷定其整體豐度是否確實正在上升。以月平均 OI_3 來看（圖 M3），黑熊相對豐度紀錄在 5-7 月較高，但尚無法顯現明顯的季節規律；歷年年平均 OI_3 則是在 2019 年有最高的相對豐度（圖 M4）。若將歷年曾拍攝到黑熊之每個樣點的相對豐度變化趨勢分類，也同樣還沒有樣點有足夠多筆紀錄足以展現顯著的上升或下降趨勢（圖 M5），未來仍需長期且更多的紀錄方能合理解讀黑熊的相對豐度趨勢變化。

以目前的拍攝紀錄可以發現黑熊日夜都有活動(圖 M6)；牠們曾出現的點位中，同時有犬、貓存在的樣點比例分別為 66.7%及 0%(圖 5、6，頁 53)，意即拍到黑熊的 9 個樣點中都不曾有貓出現；黑熊與狗的每月相對豐度則同樣沒有顯著相關($r=0.08$, $p=0.487$, 圖 M7)。

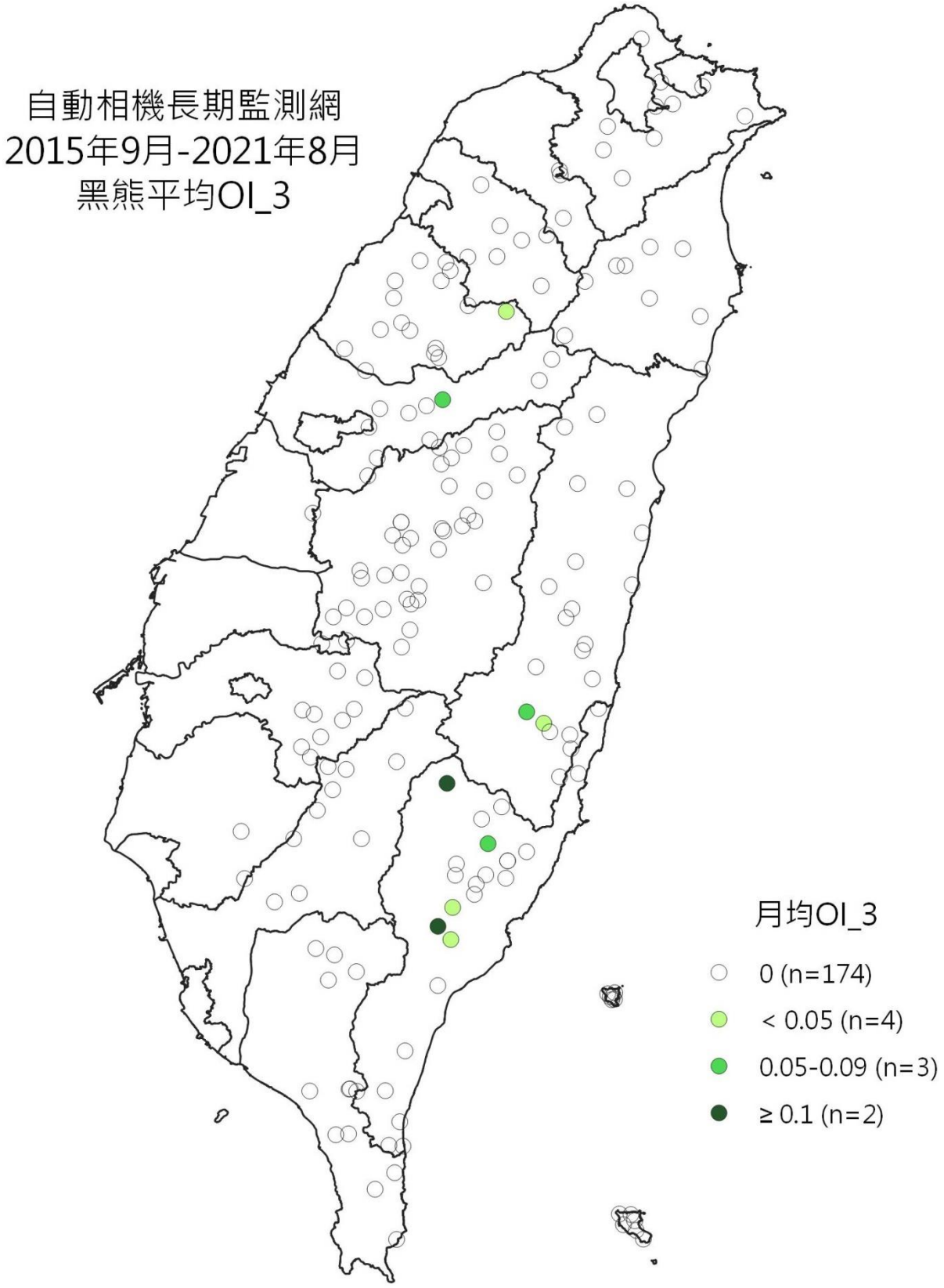


圖 M1。林務局自動相機長期監測網 2015 年 9 月至 2021 年 8 月黑熊相對豐度(OI_3)之月平均值。

1101158

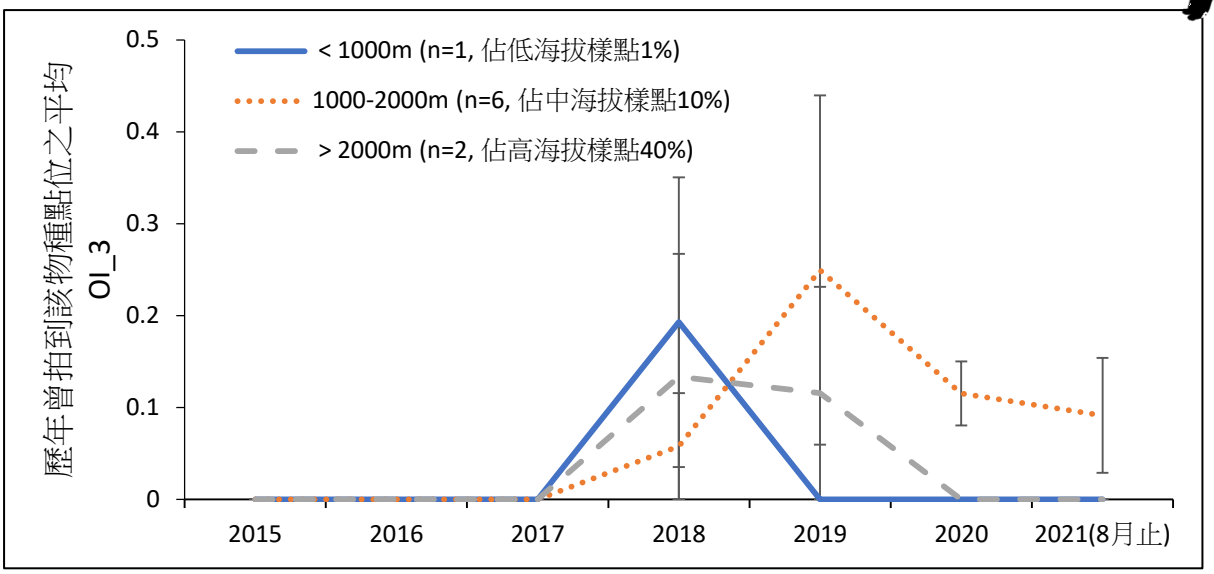


圖 M2。林務局自動相機長期監測網三種海拔範圍拍攝黑熊之相對豐度(OI_3)變化趨勢。

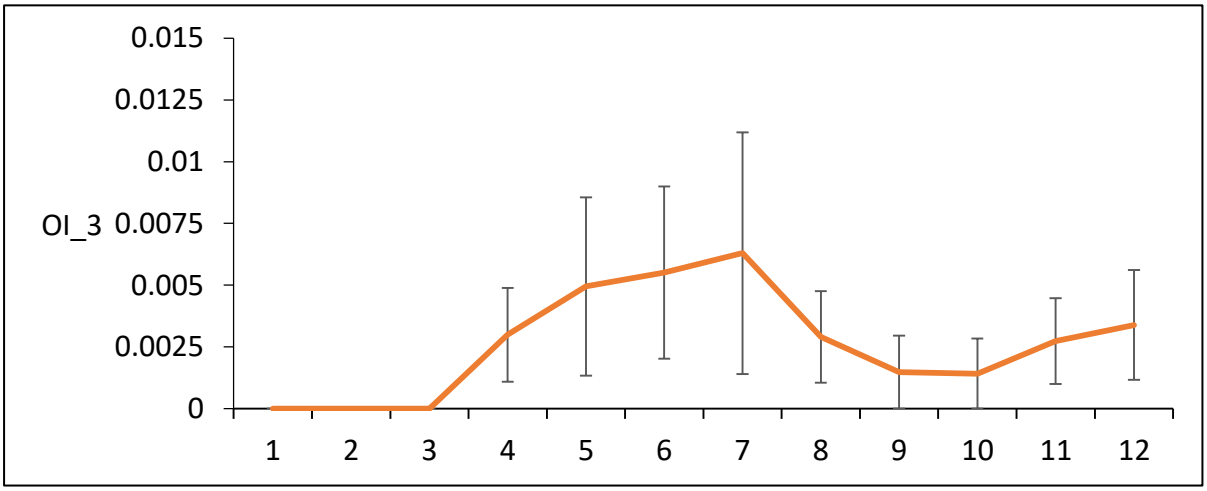


圖 M3。林務局自動相機長期監測網黑熊月平均 OI_3 之變化趨勢。

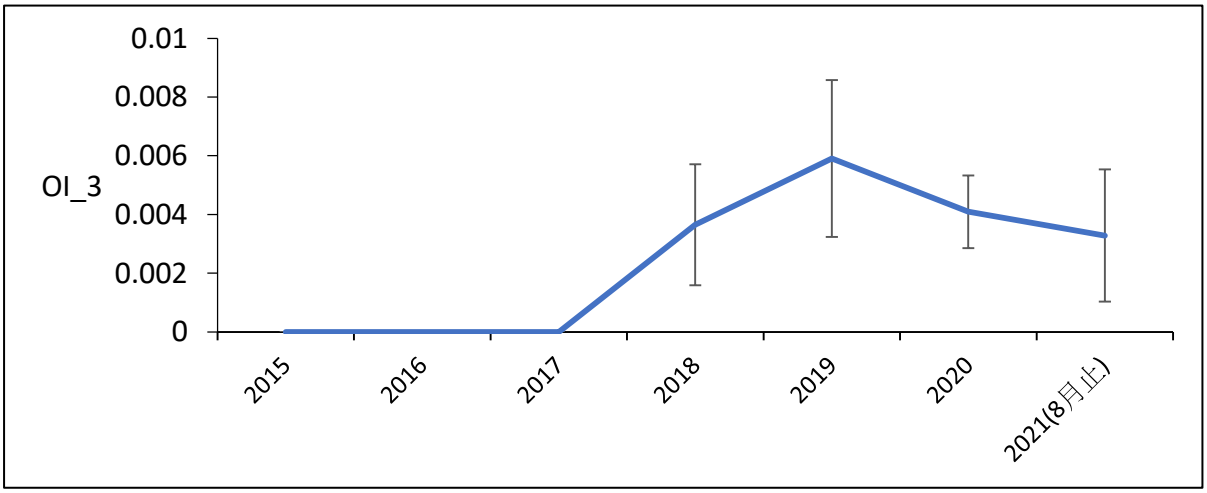


圖 M4。林務局自動相機長期監測網黑熊年平均 OI_3 之變化趨勢。

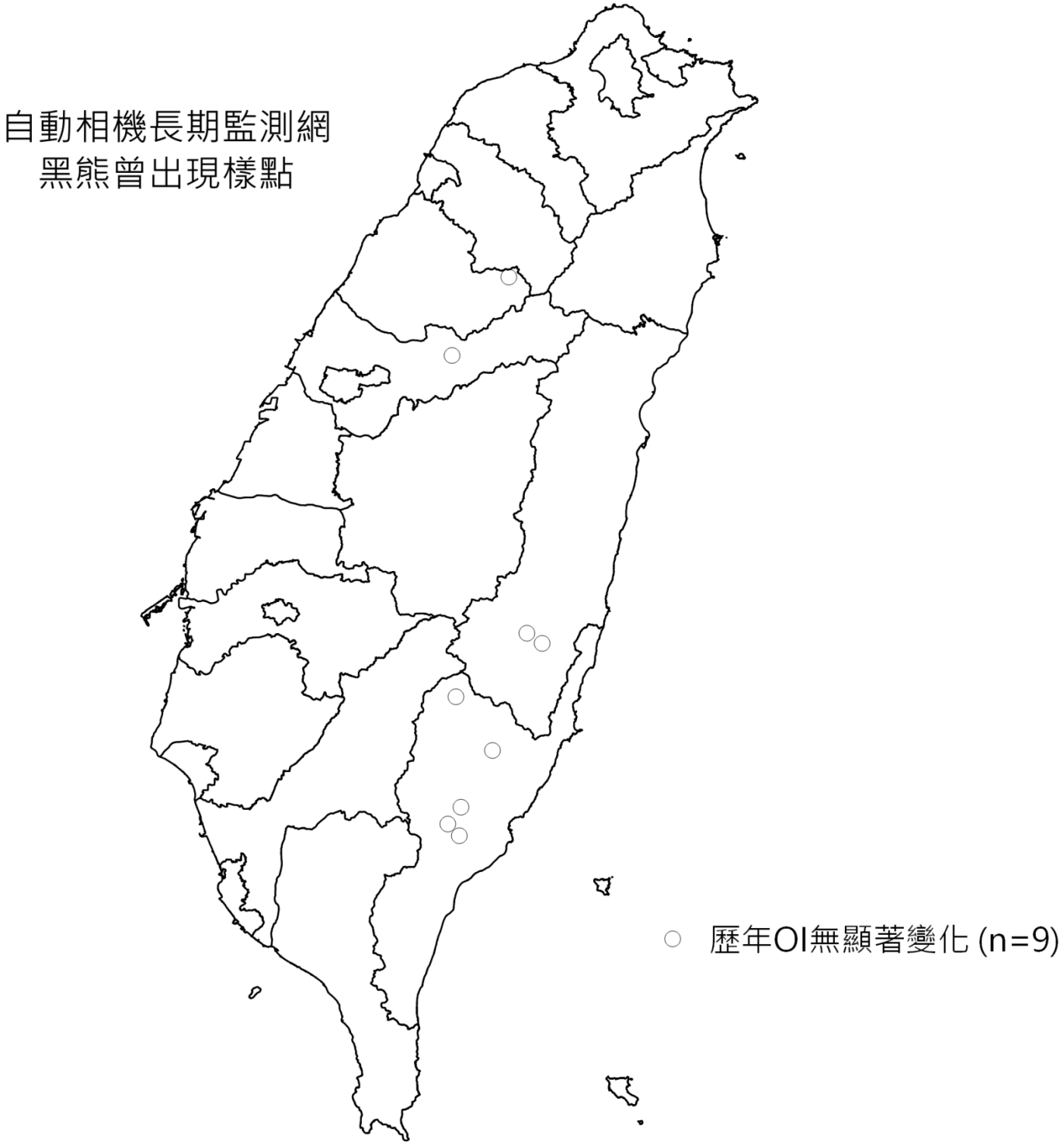


圖 M5。林務局自動相機長期監測網 2015 年 9 月至 2021 年 8 月黑熊相對豐度變化趨勢分類圖。

1101158

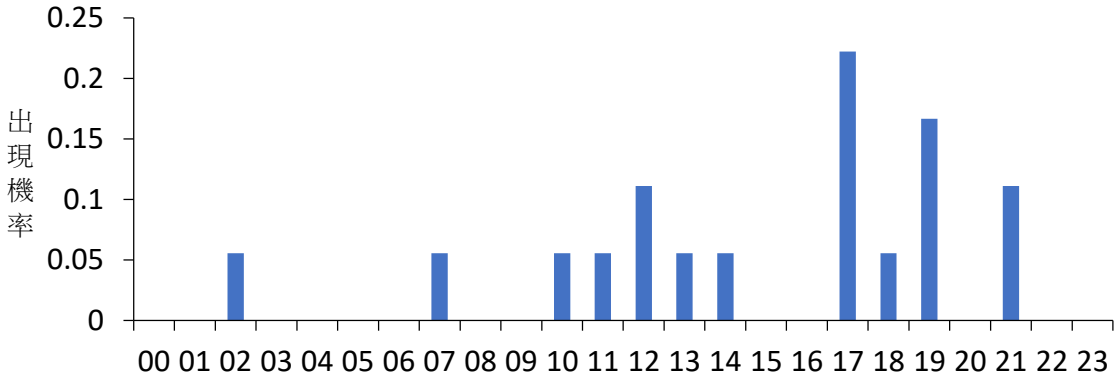


圖 M6。林務局自動相機長期監測網黑熊出現機率統計。橫軸為時間(小時)，縱軸為出現機率。24 小時出現機率合計為 1。

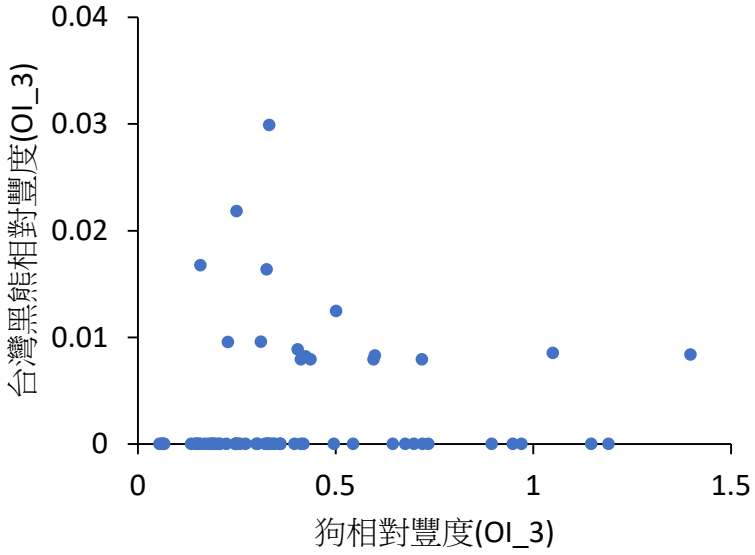


圖 M7。林務局自動相機長期監測網黑熊與犬每月相對豐度(OI_3)關係圖。

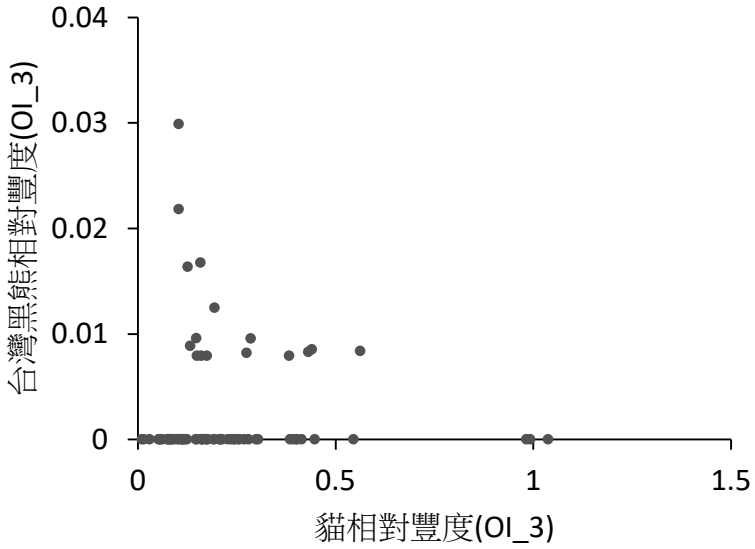


圖 M8。林務局自動相機長期監測網黑熊與貓每月相對豐度(OI_3)關係圖。

N. 狗 *Canis lupus familiaris*

食肉目

犬科

截至 2021 年 8 月，長期監測網中有 155 個樣點(84.7%)曾拍攝到狗（圖 N1），大多為 1000 公尺以下海拔樣點(107 台)，出現海拔最高的樣點是位於花蓮玉里的 HL13B(3371 公尺)。狗在低海拔樣點的歷年平均相對豐度變化較為平穩；中海拔樣點自 2019-2020 年有明顯的增加、今年降低；高海拔 2 個樣點則在 2017-2019 年曾拍攝到狗(圖 N2)。

2015 年 9 月開始監測以來，將狗的歷年每月相對豐度與時間做線性迴歸分析，兩者呈顯著正相關(表 3, $r=0.25$, $p<0.05$)，歷年相對豐度是顯著上升的。以月平均 OI_3 來看（圖 N3），狗的相對豐度在冬季及春季略高於夏季；歷年年平均 OI_3 則自 2018 年開始逐年攀升，今年明顯下降（圖 N4）。若將歷年曾拍攝到狗之每個樣點的相對豐度變化趨勢分類，可發現有 11 個樣點呈現顯著下降的趨勢、16 個樣點呈現顯著上升的趨勢，其餘樣點沒有顯著變化（圖 N5）。狗日夜皆活動，主要偏好白天，約於 6-17 時較常被拍到(圖 N6)。綜觀野生動物與狗的共域比例(圖 5，頁 53)及野生動物與狗的每月相對豐度相關性分析結果，穿山甲與石虎是最迫切需要解決遊蕩犬隻帶來威脅問題的物種。

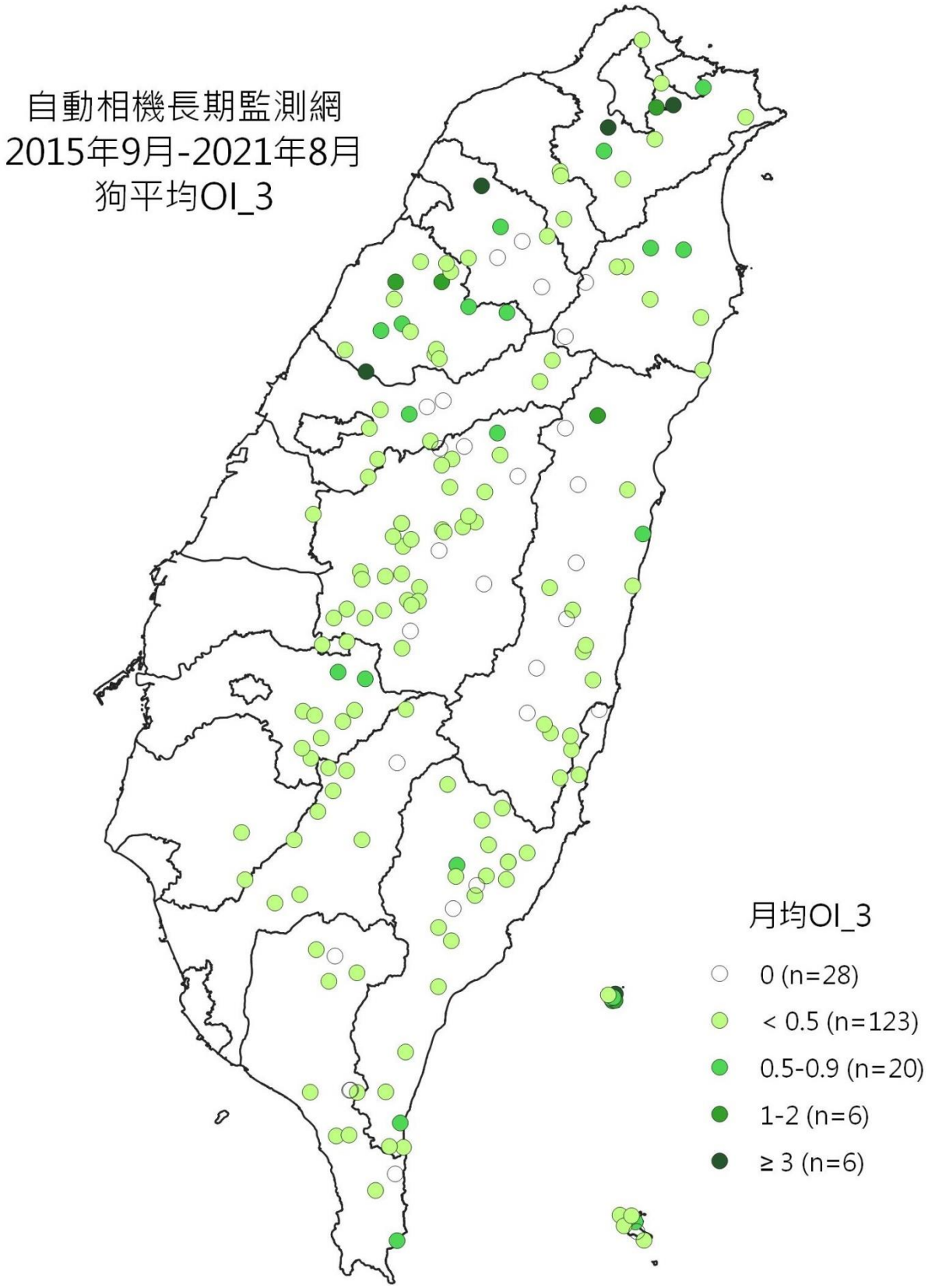


圖 N1。林務局自動相機長期監測網 2015 年 9 月至 2021 年 8 月狗相對豐度(OI_3)之月平均值。

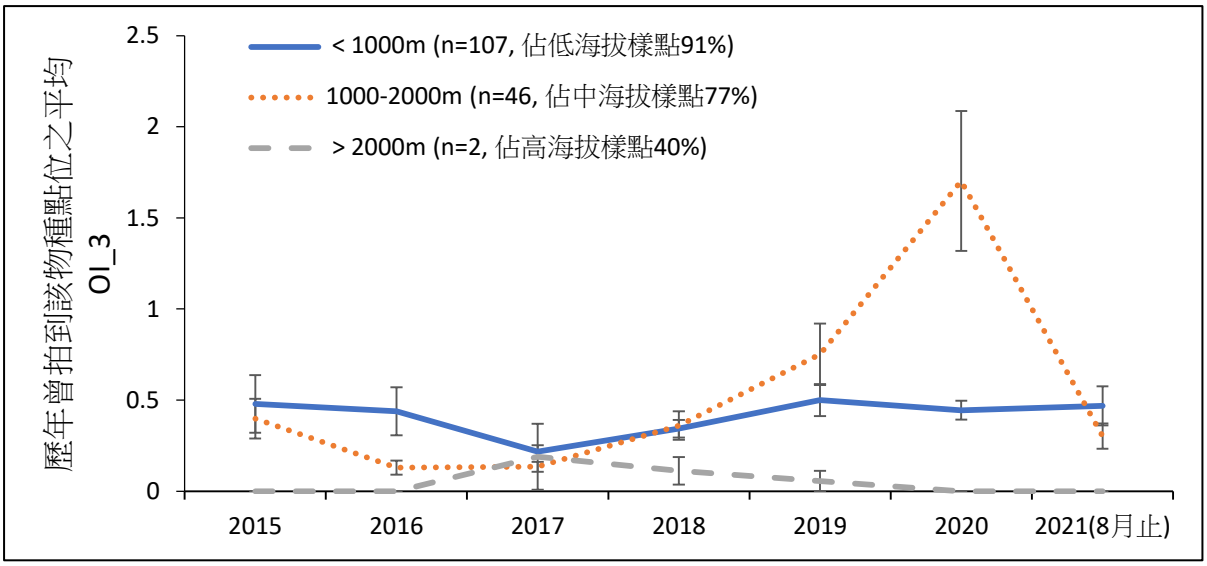


圖 N2。林務局自動相機長期監測網三種海拔範圍拍攝狗之相對豐度(OI_3)變化趨勢。

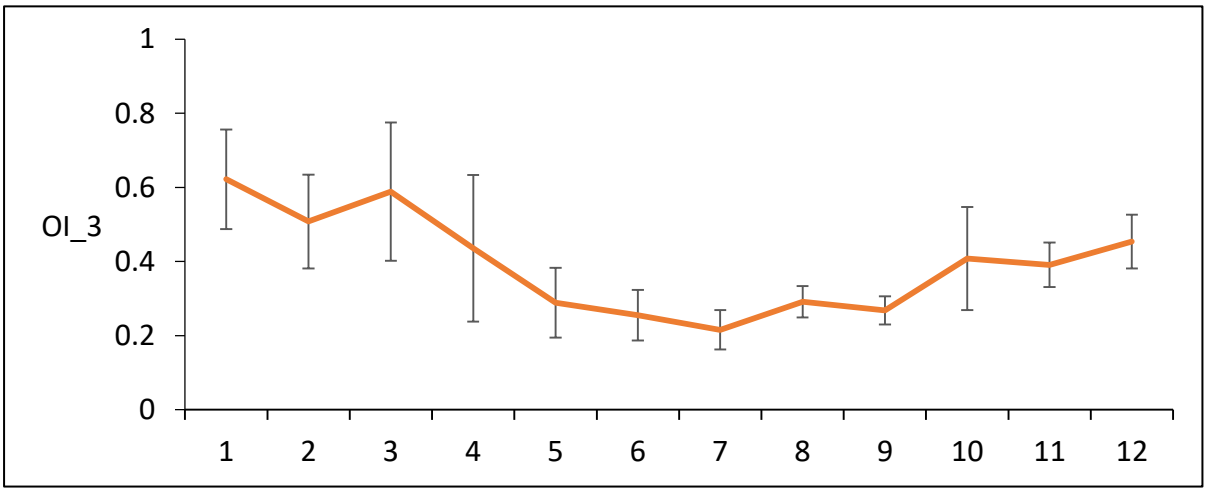


圖 N3。林務局自動相機長期監測網狗月平均 OI_3 之變化趨勢。

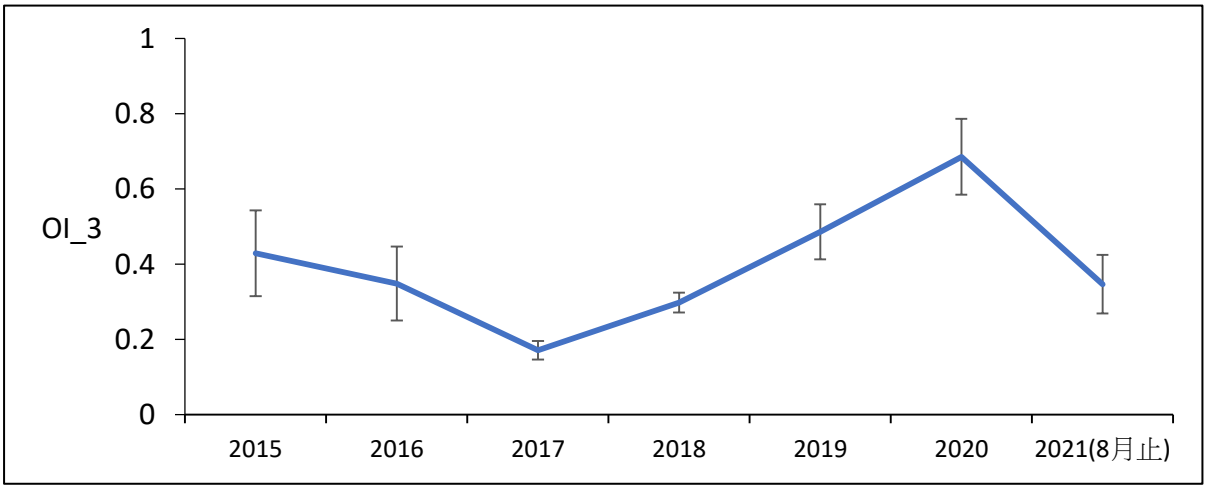


圖 N4。林務局自動相機長期監測網狗年平均 OI_3 之變化趨勢。

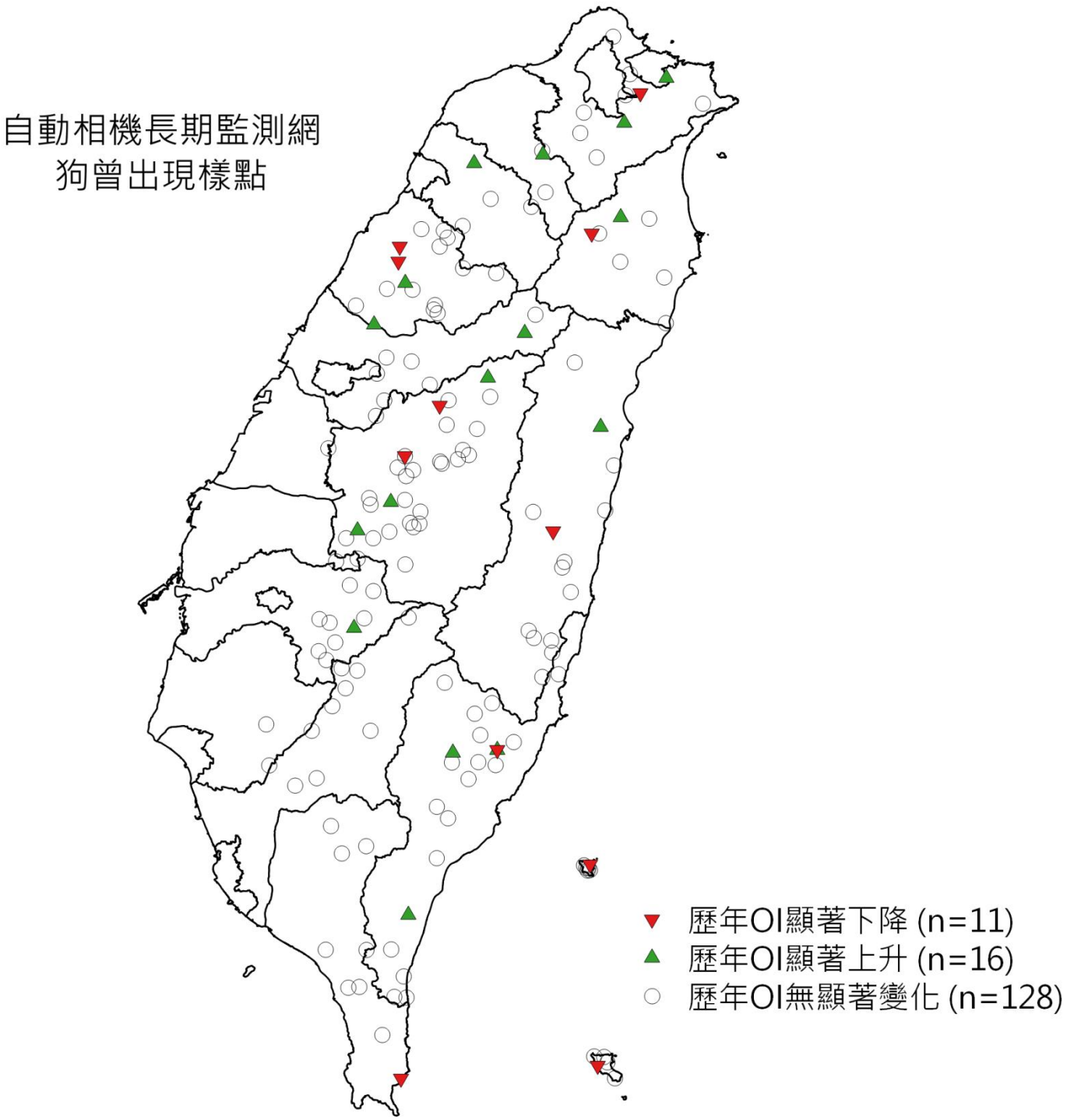


圖 N5。林務局自動相機長期監測網 2015 年 9 月至 2021 年 8 月狗相對豐度變化趨勢分類圖。

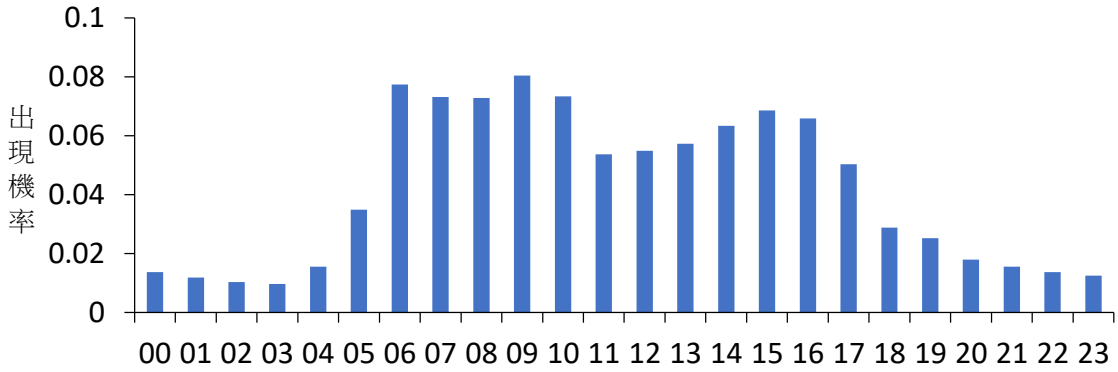


圖 N6。林務局自動相機長期監測網狗出現機率統計。橫軸為時間(小時)，縱軸為出現機率。24 小時出現機率合計為 1。

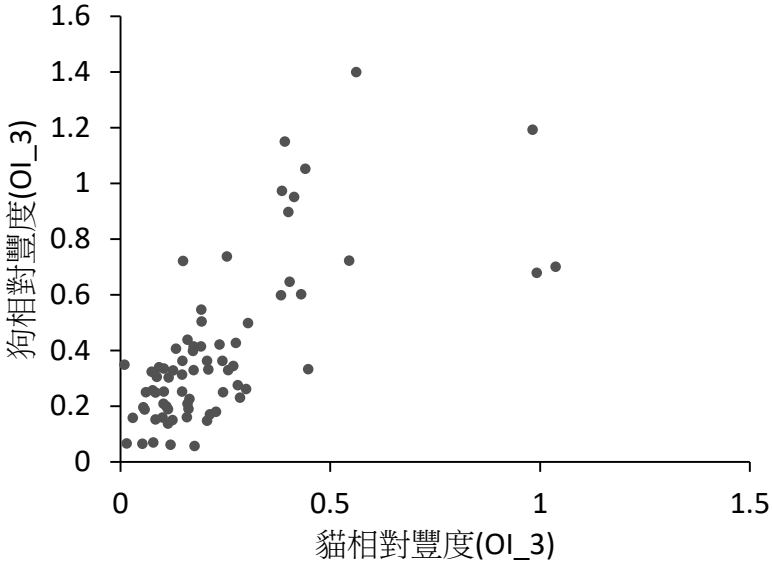


圖 N7。林務局自動相機長期監測網狗與貓每月相對豐度(OI_3)關係圖。

O. 穿山甲 *Manis pentadactyla pentadactyla*

鱗甲目

穿山甲科

截至 2021 年 8 月，長期監測網中有 107 個樣點(58.5%)曾拍攝到穿山甲（圖 O1），其中主要為 1000 公尺以下低海拔樣點(78 台)，其餘則是 1000-2000 公尺海拔的樣點。穿山甲出現海拔最高的樣點是位於苗栗公館鄉的 HC25B(1938 公尺)。穿山甲在低海拔樣點的相對豐度較高也較為平穩，2019 年開始有逐年上升的趨勢；中海拔樣點的相對豐度年間波動較大，2016 年甚至曾高於低海拔樣點，去年與今年則恢復平穩(圖 O2)。

2015 年 9 月開始監測以來，將穿山甲的歷年每月相對豐度與時間做線性迴歸分析，兩者呈些微正相關但未達顯著(表 3, r=0.088, p=0.461)，整體而言穿山甲歷年相對豐度沒有太大的變動趨勢。以月平均 OI_3 來看（圖 O3），穿山甲相對豐度在冬季及初春季節相較其他月份低；歷年年平均 OI_3 則除了在 2017-2019 年較低之外大致維持平穩（圖 O4）。若將歷年曾拍攝到穿山甲之每個樣點的相對豐度變化趨勢分類，可發現有 6 個樣點呈現顯著下降的趨勢、17 個樣點顯著上升，其餘樣點沒有顯著變化（圖 O5）。豐度下降的 6 個樣點位於中部及北部縣市，海拔分別是 4 個低海拔樣點以及 2 個中海拔樣點，植被類型為耕地、人類聚落與闊葉林，且都有記錄到遊蕩犬隻的出現，未來可以對此做更進一步的分析探究這些樣點豐度下降的原因是否是人為活動干擾增加或者犬隻危害所造成。

穿山甲主要為夜行性(圖 O6)，其出現點位中，同時有犬、貓存在的樣點比例分別為 93.5%及 50.5%(圖 5、6，頁 53)，是僅次於石虎以外與犬貓共域程度最大的野生動物，此外穿山甲與犬貓的平均每月相對豐度都呈現顯著負相關(分別是 r=-0.26, p<0.05 與 r=-0.30, p=0.01, 圖 O7、O8)。因此僅管穿山甲歷年相對豐度沒有顯著的降低趨勢，仍必須密切留意犬貓可能對穿山甲數量造成的威脅。

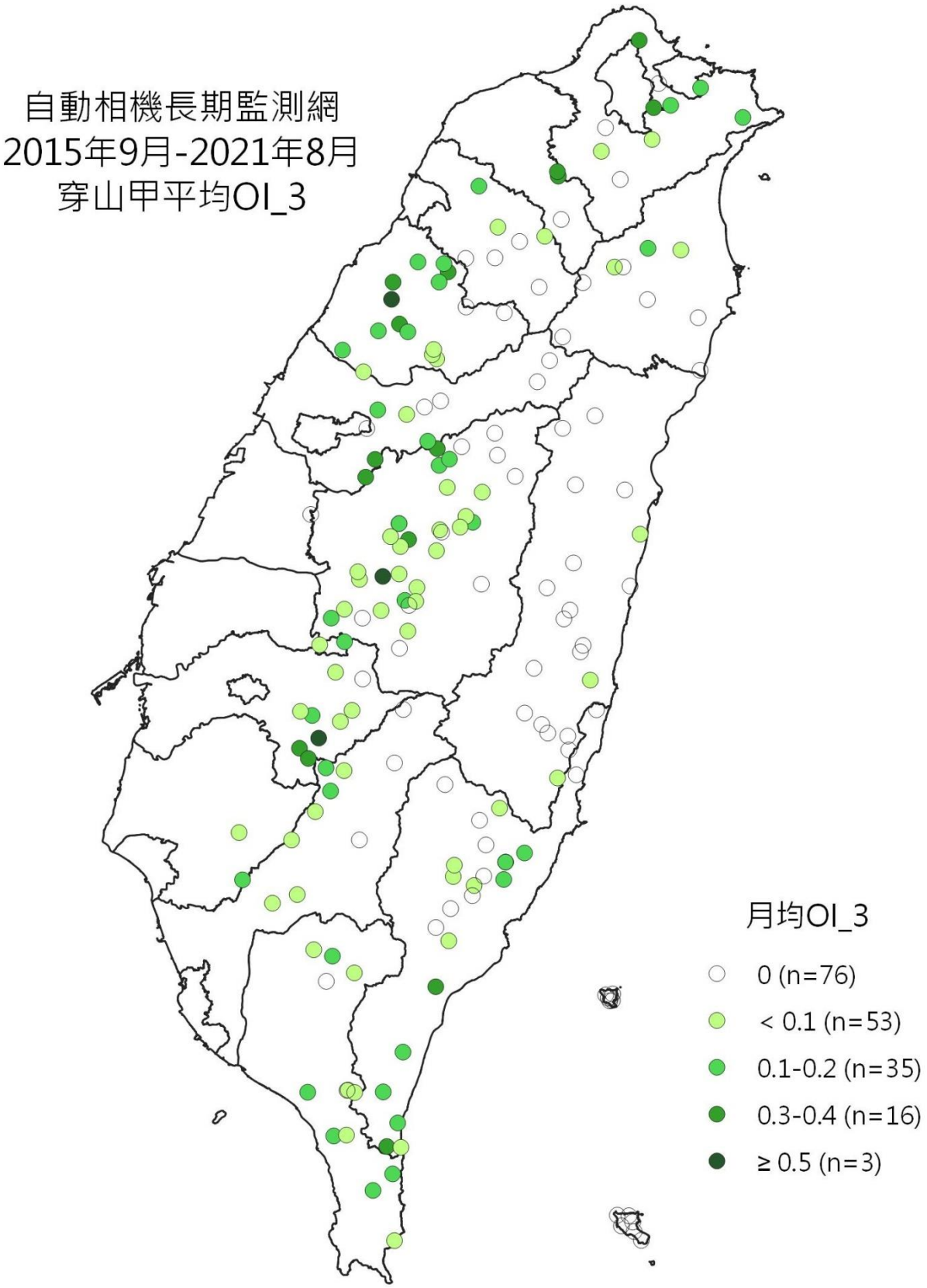


圖 O1。林務局自動相機長期監測網 2015 年 9 月至 2021 年 8 月穿山甲相對豐度(OI_3)之月平均值。

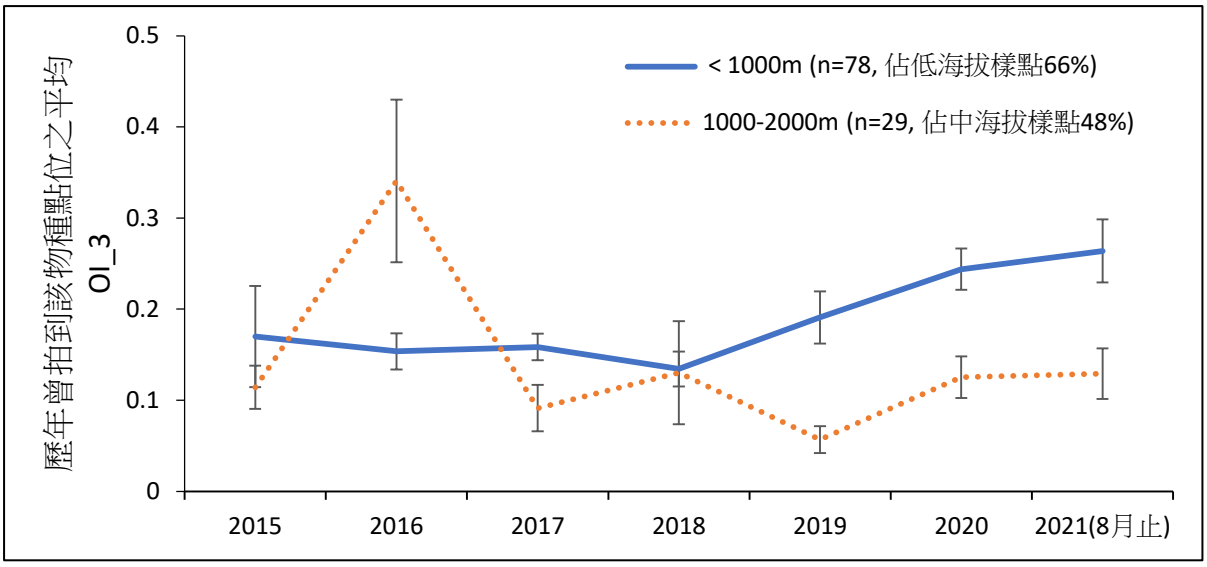


圖 O2。林務局自動相機長期監測網三種海拔範圍拍攝穿山甲之相對豐度(OI_3)變化趨勢。

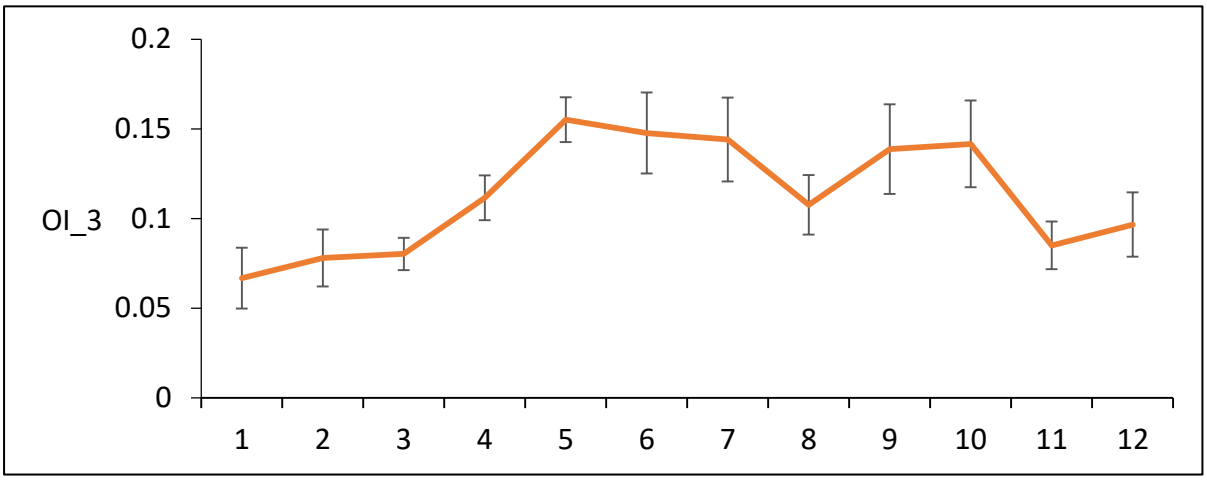


圖 O3。林務局自動相機長期監測網穿山甲月平均 OI_3 之變化趨勢。

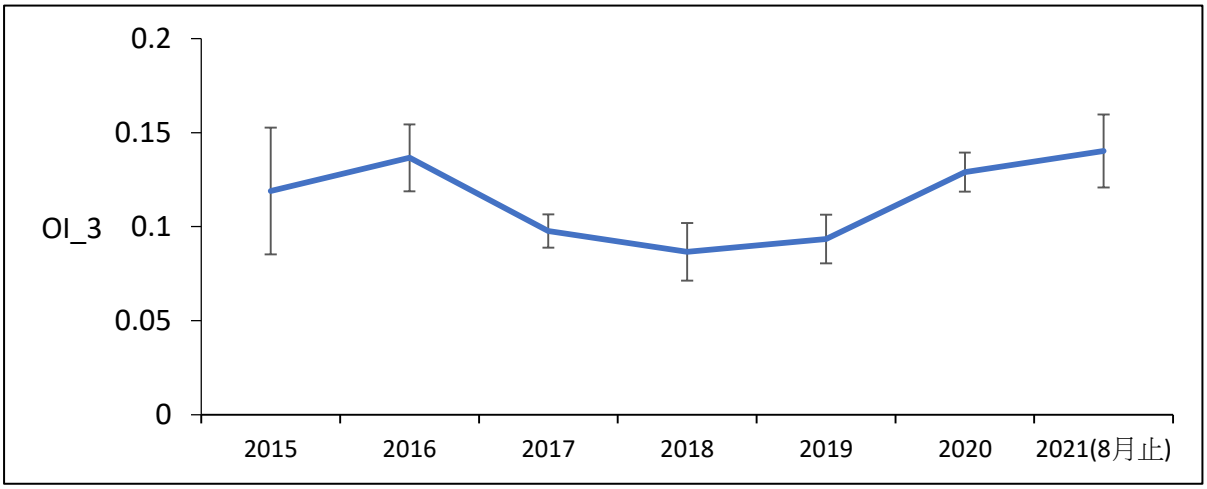


圖 O4。林務局自動相機長期監測網穿山甲年平均 OI_3 之變化趨勢。

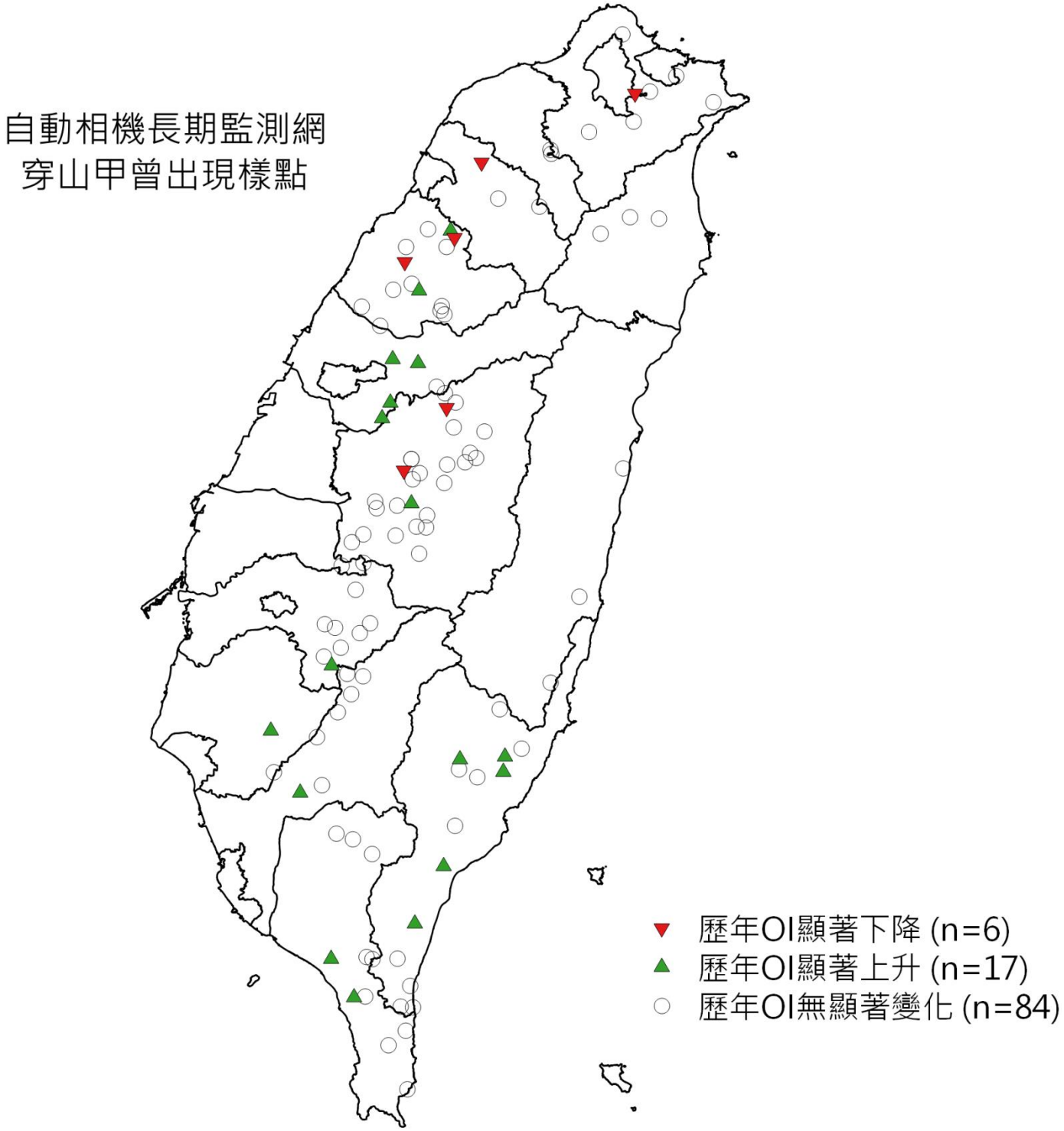


圖 O5。林務局自動相機長期監測網 2015 年 9 月至 2021 年 8 月穿山甲相對豐度變化趨勢分類圖。

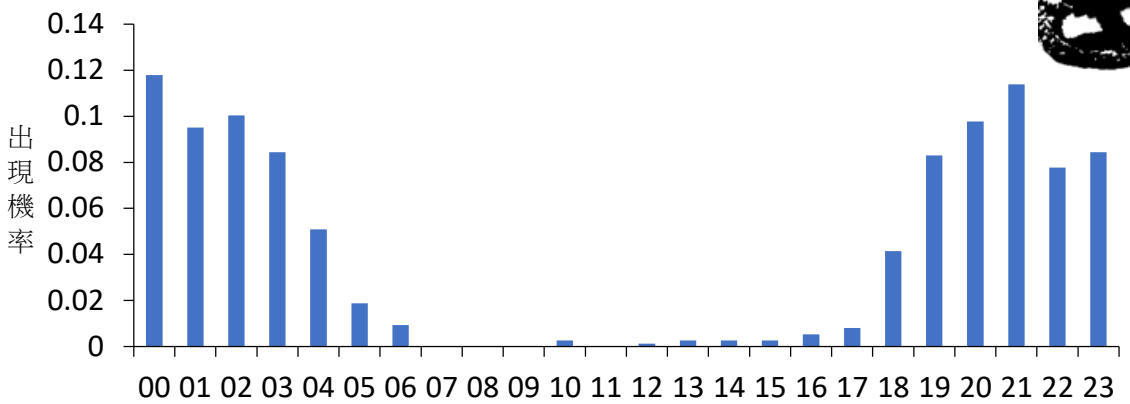


圖 O6。林務局自動相機長期監測網穿山甲出現機率統計。橫軸為時間(小時)，縱軸為出現機率。24 小時出現機率合計為 1。

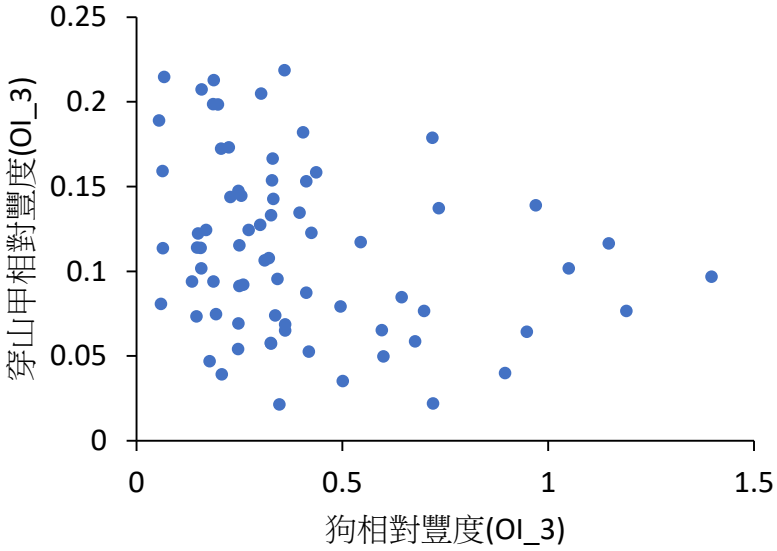


圖 O7。林務局自動相機長期監測網穿山甲與犬每月相對豐度(OI_3)關係圖。

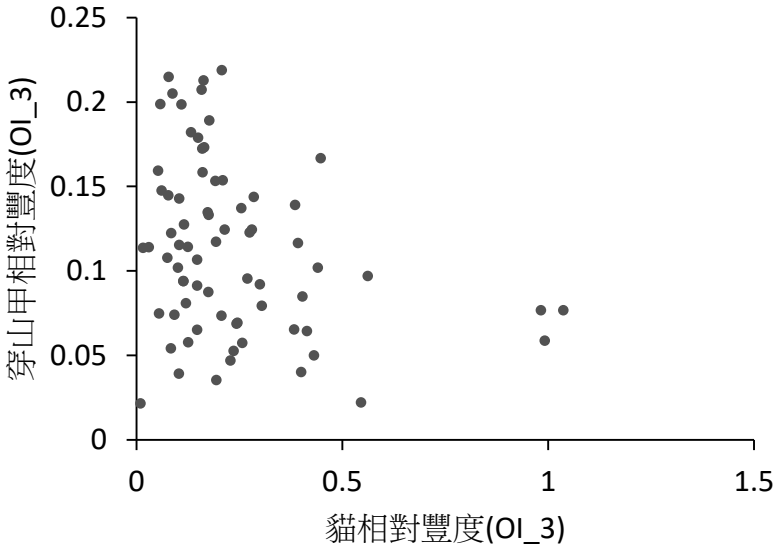


圖 O8。林務局自動相機長期監測網穿山甲與貓每月相對豐度(OI_3)關係圖。

P. 台灣獼猴 *Macaca cyclopsis*

靈長目

獼猴科

截至 2021 年 8 月，長期監測網中有 160 個樣點(87.4%)曾拍攝到獼猴（圖 P1），中、高海拔樣點幾乎都可見獼猴出現(比例分別為 97%及 100%)，低海拔樣點也有 97 台(圖 P2)，分布的樣點海拔同樣涵蓋最低(30 公尺)至最高(3371 公尺)。獼猴的歷年平均相對豐度，在不同海拔中以低海拔最高，其次為中海拔及高海拔，三種海拔的獼猴豐度大都呈現持平或上升的趨勢(圖 P2)。

自 2015 年 9 月開始監測以來，獼猴的每月相對豐度趨勢顯著上升(表 3, $r=0.79$, $p<0.001$)，是本研究監測目標物種中相對豐度上升最為顯著的物種(此外是黃喉貂、台灣水鹿、山羌與野山羊)。以月平均 OI_3 來看（圖 P3），獼猴的相對豐度較無明顯的季節高峰，於夏季略高於其他季節；年平均 OI_3 則是逐年穩定上升（圖 P4）。若將歷年曾拍攝到獼猴之每個樣點的相對豐度變化趨勢分類，可發現有 18 個樣點呈現顯著下降的趨勢且多集中於南投地區、61 個樣點呈現顯著上升的趨勢，其餘樣點無明顯變化（圖 P5）。

獼猴偏好白天活動(圖 P6)，其出現點位中，同時有犬、貓的比例分別為 83.8%及 38.1%(圖 5、6，頁 53)；其與犬貓的平均每月相對豐度皆無顯著相關(圖 P7、P8)。

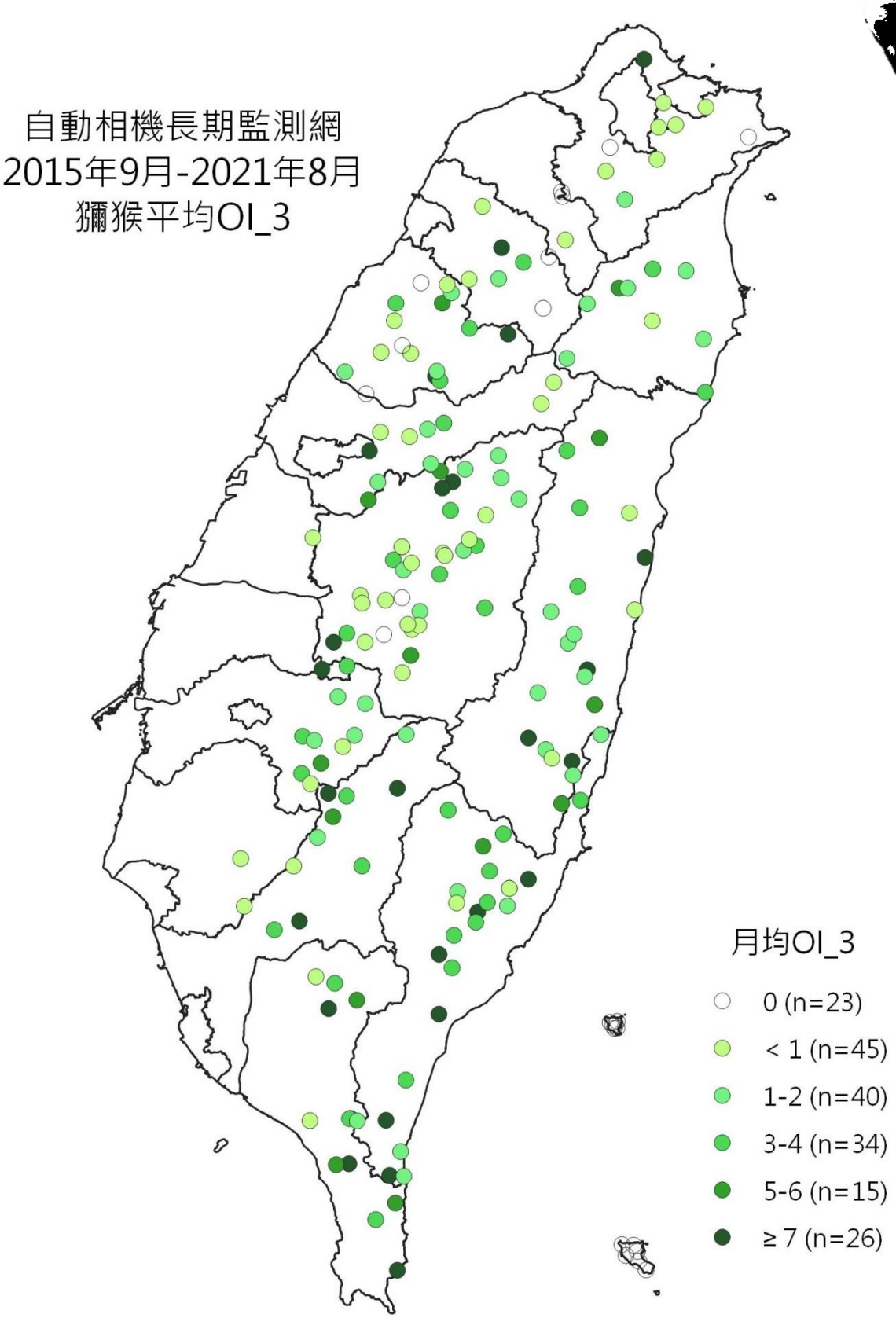


圖 P1。林務局自動相機長期監測網 2015 年 9 月至 2021 年 8 月獼猴相對豐度(OI_3)之月平均值。

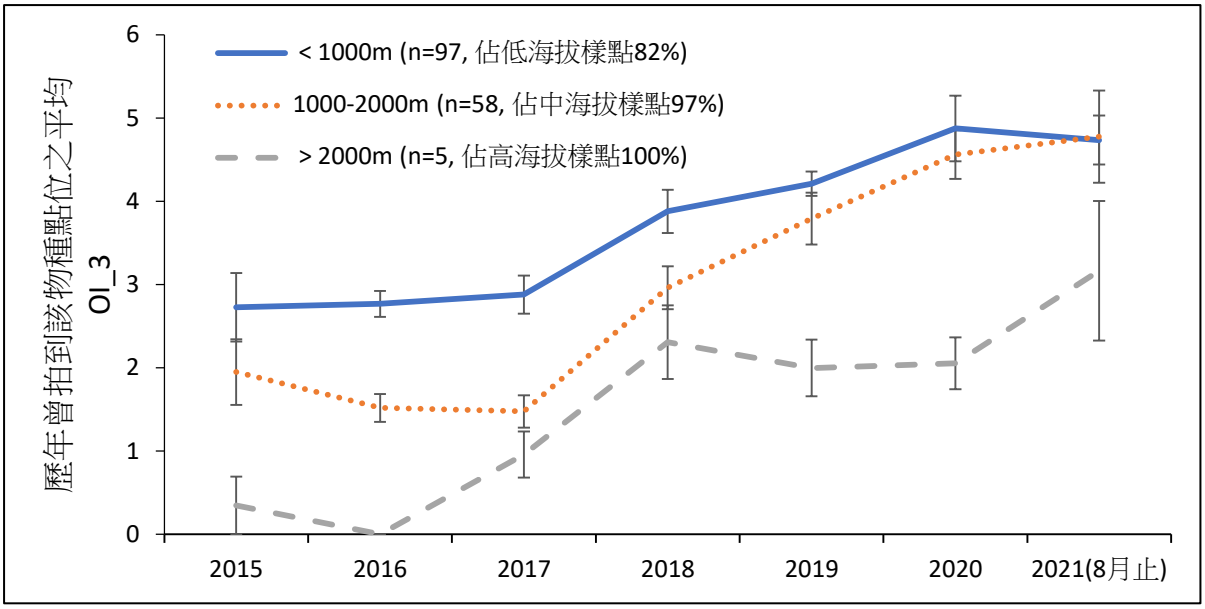


圖 P2。林務局自動相機長期監測網三種海拔範圍拍攝獼猴之相對豐度(OI_3)變化趨勢。

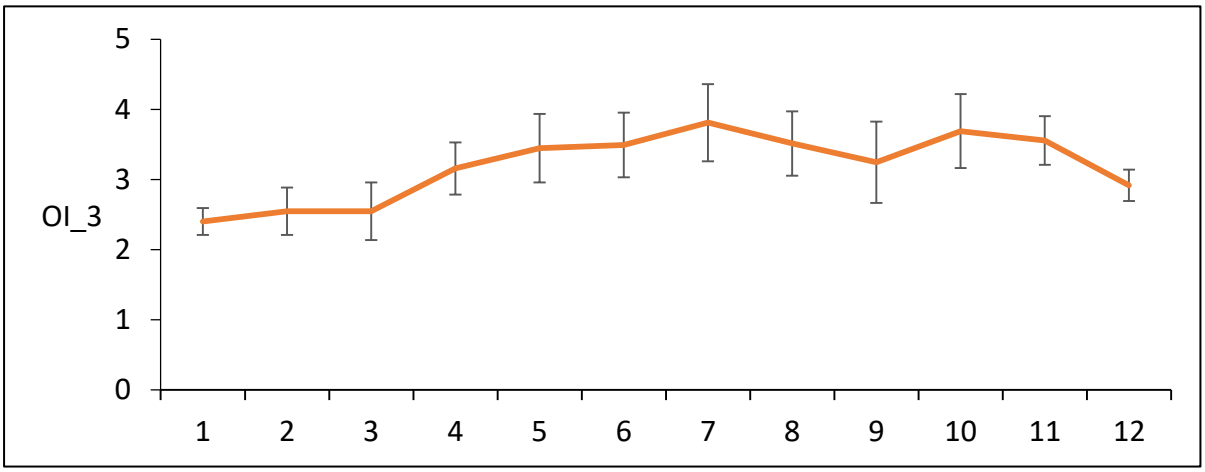


圖 P3。林務局自動相機長期監測網獼猴月平均 OI_3 之變化趨勢。

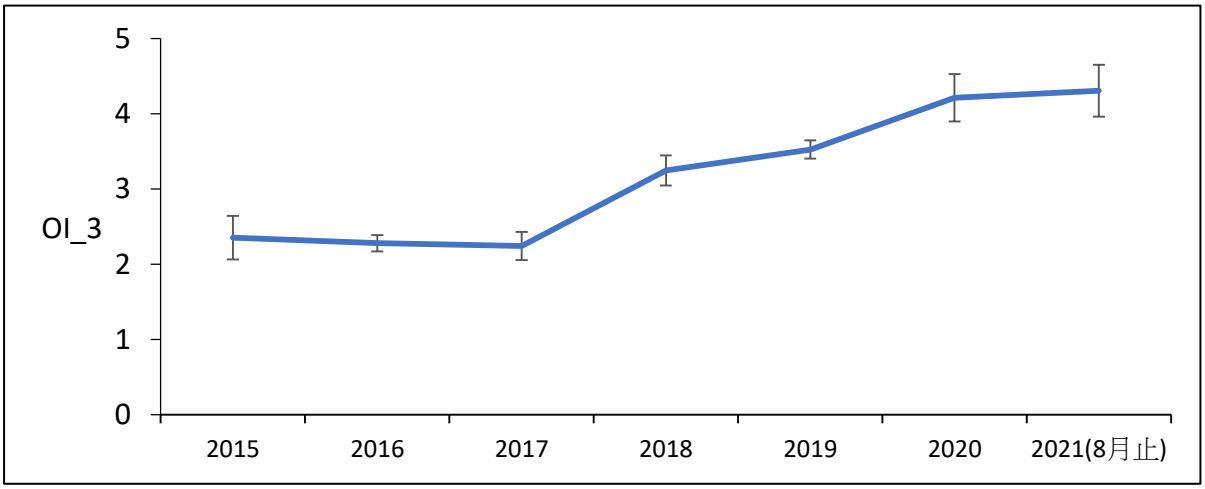


圖 P4。林務局自動相機長期監測網彌猴年平均 OI_3 之變化趨勢。

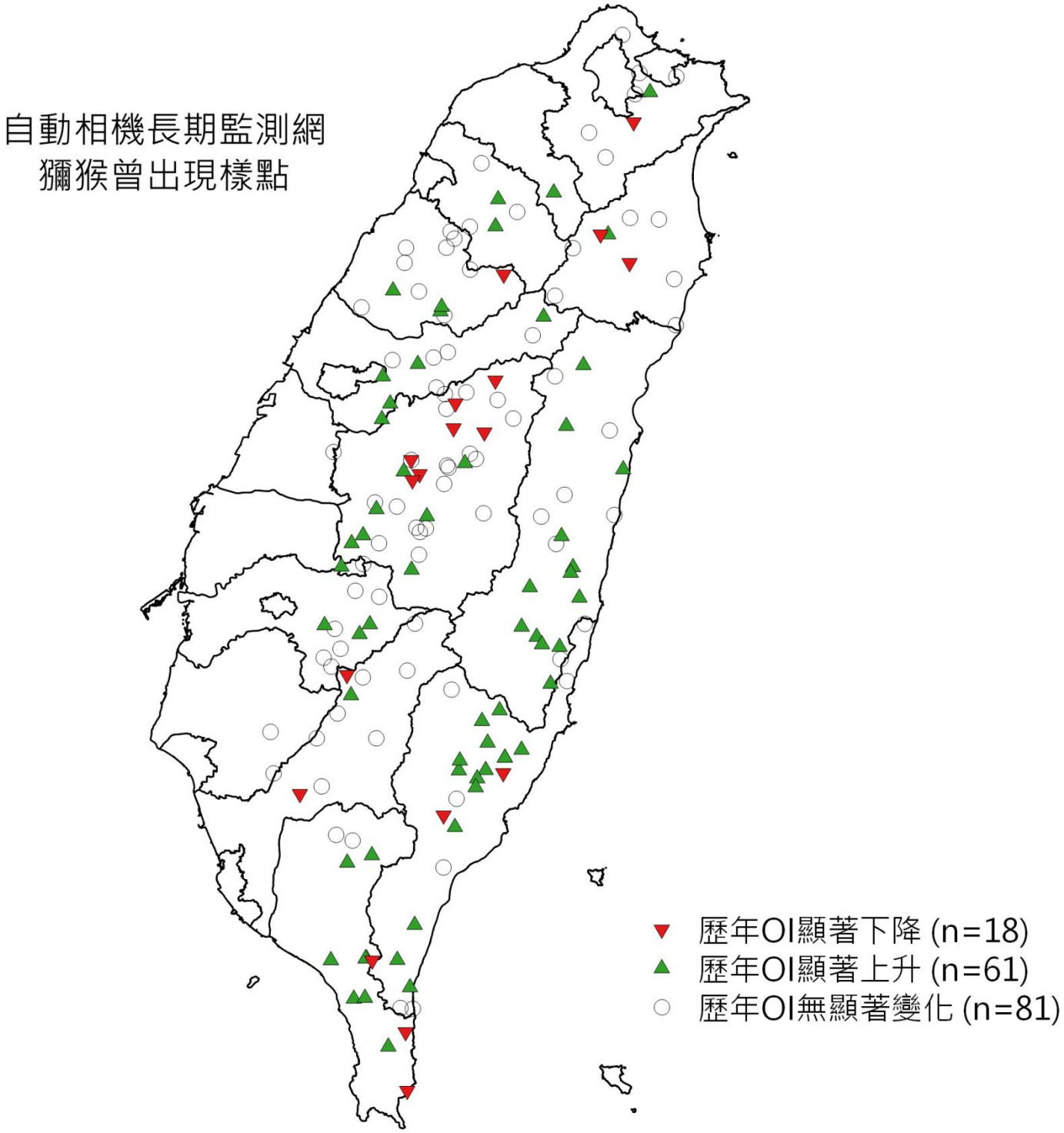


圖 P5。林務局自動相機長期監測網 2015 年 9 月至 2021 年 8 月彌猴相對豐度變化趨勢分類圖。

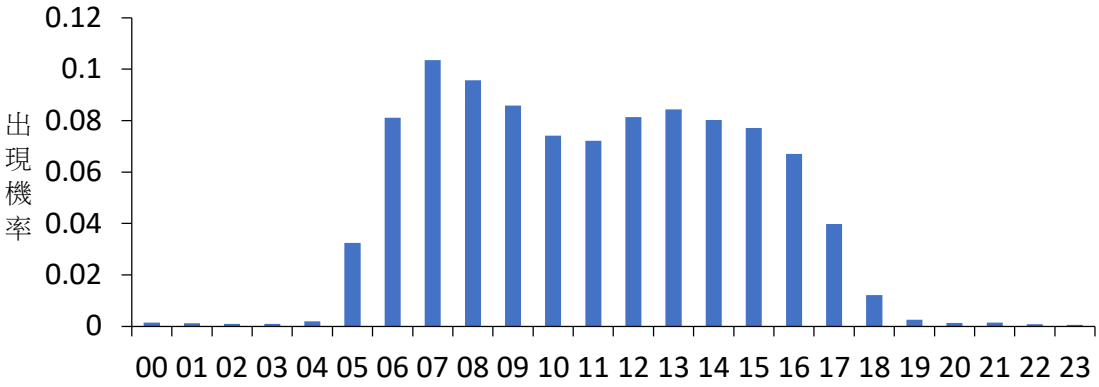


圖 P6。林務局自動相機長期監測網彌猴出現機率統計。橫軸為時間(小時)，縱軸為出現機率。24 小時出現機率合計為 1。

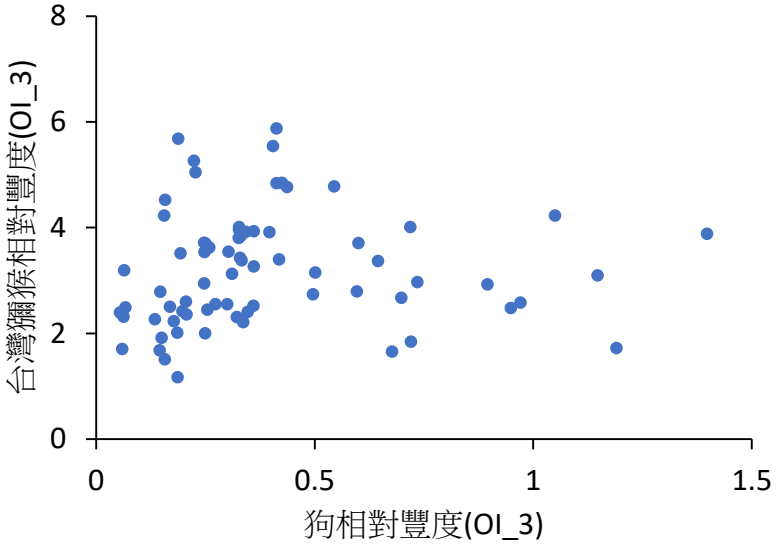


圖 P7。林務局自動相機長期監測網彌猴與犬每月相對豐度(OI_3)關係圖。

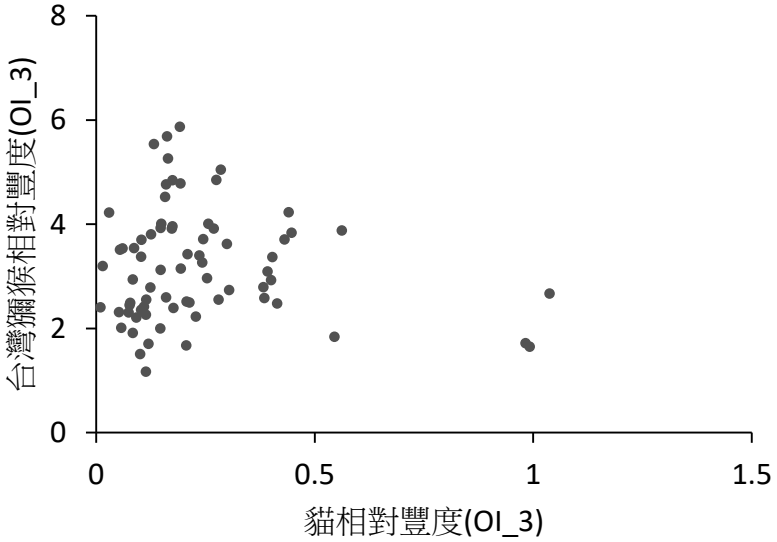


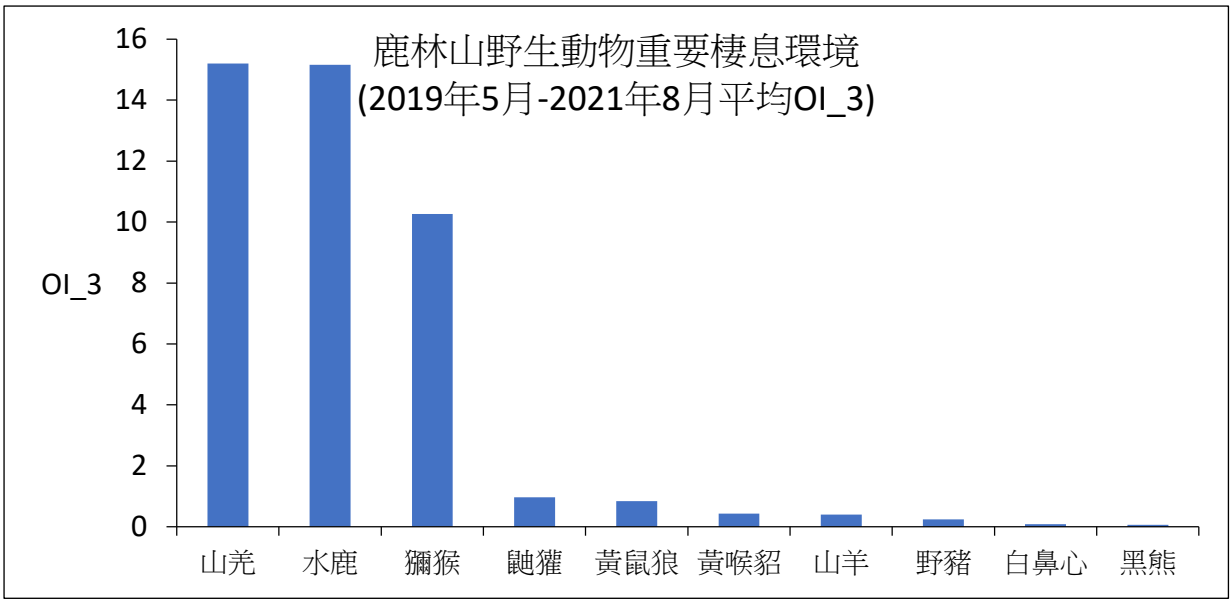
圖 P8。林務局自動相機長期監測網彌猴與貓每月相對豐度(OI_3)關係圖。

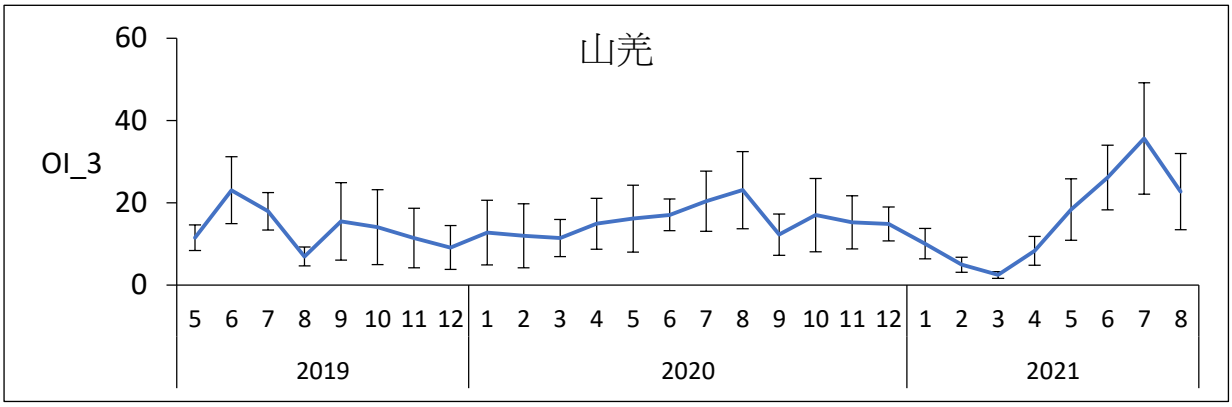
附錄二 各保護留區相機樣點及各哺乳類 OI 值。

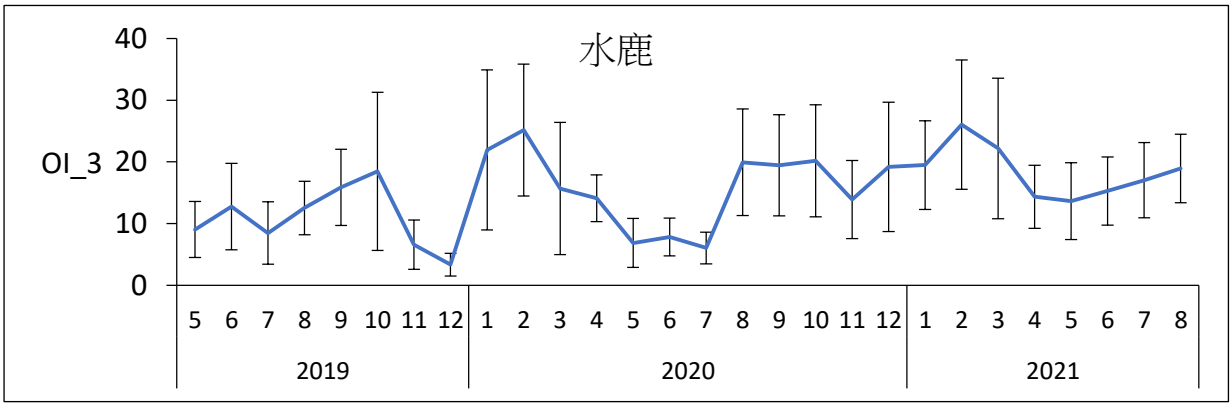
A. 鹿林山野生動物重要棲息環境

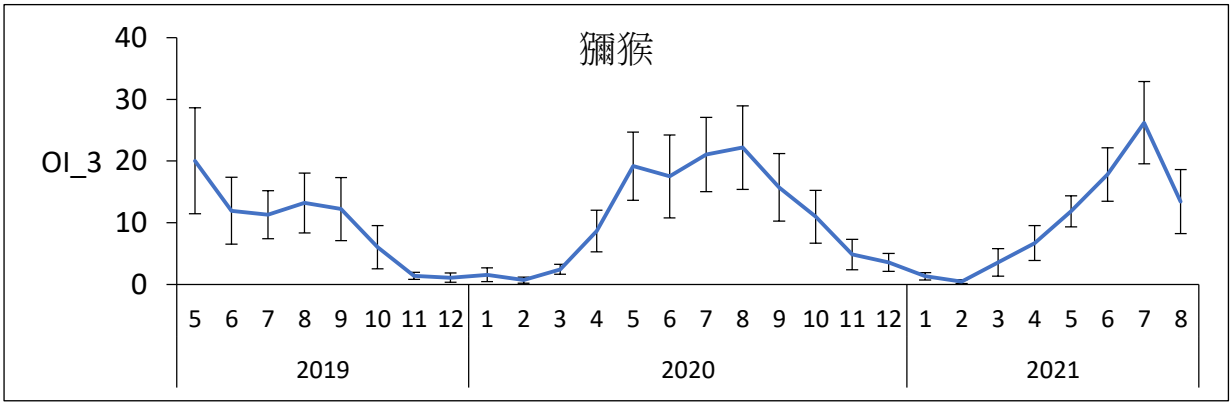
鹿林山野生動物重要棲息環境位於嘉義縣阿里山鄉，此區域內的監測相機有 6 台，架設於 2019 年 5 月，樣點海拔介於 2284-2268m 之間，植被類型主要為針葉林，另外還有針闊葉混合林與闊葉林。2019 年 5 月至 2021 年 8 月監測結果，哺乳類監測物種中，平均相對豐度最高的是山羌、水鹿、獼猴，此外也曾拍到過鼬獾、黃鼠狼、黃喉貂、野山羊、野豬、白鼻心和黑熊。值得注意的是台灣黑熊在此區域曾被拍攝到 8 次，分別在去年 4 月(1 次，樣點 CY-LTMM-016)、6 月(2 次，樣點 CY-LTMM-015、CY-LTMM-020)、8 月(1 次，樣點 CY-LTMM-018)以及 9 月(1 次，樣點 CY-LTMM-016)；今年的 5 月(1 次，樣點 CY-LTMM-018)以及 7 月(2 次，樣點 CY-LTMM-015、CY-LTMM-018)。6 個樣點當中已經有 4 個樣點紀錄到黑熊。

1101158


鹿林山野生動物重要棲息環境
(2019年5月-2021年8月平均OI_3)
OI_3
16
14
12
10
8
6
4
2
0
山羌
水鹿
獼猴
鼬獾
黃鼠狼
黃喉貂
山羊
野豬
白鼻心
黑熊


山羌
OI_3
60
40
20
0
5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8
2019
2020
2021

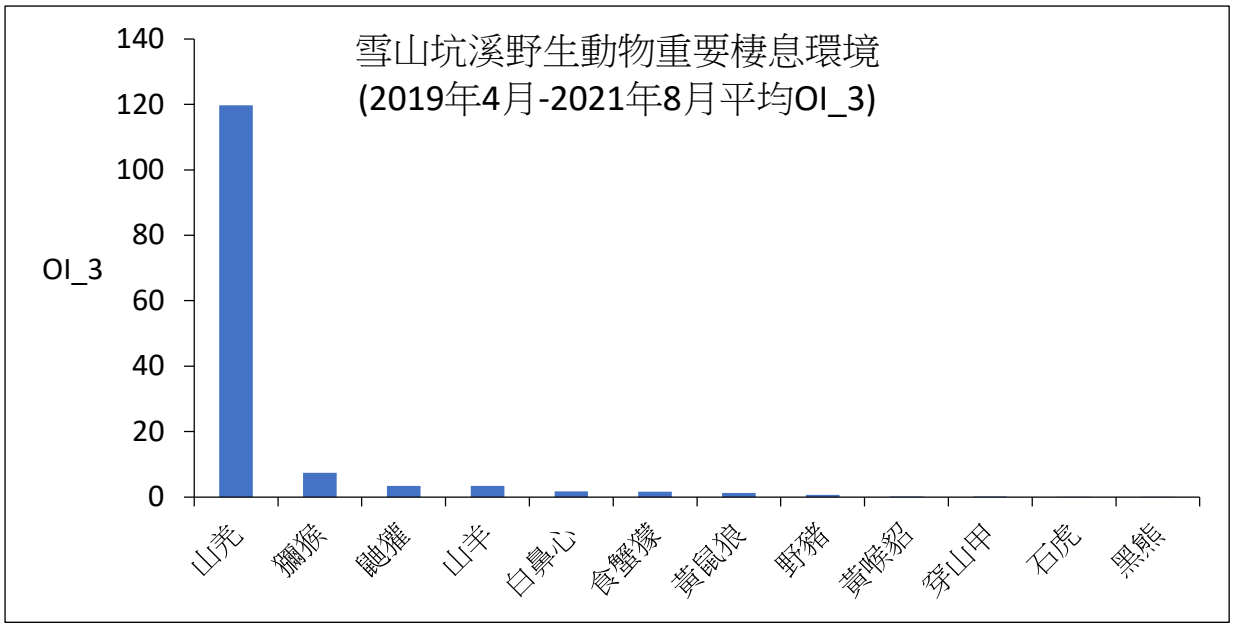

水鹿
OI_3
40
30
20
10
0
5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8
2019
2020
2021

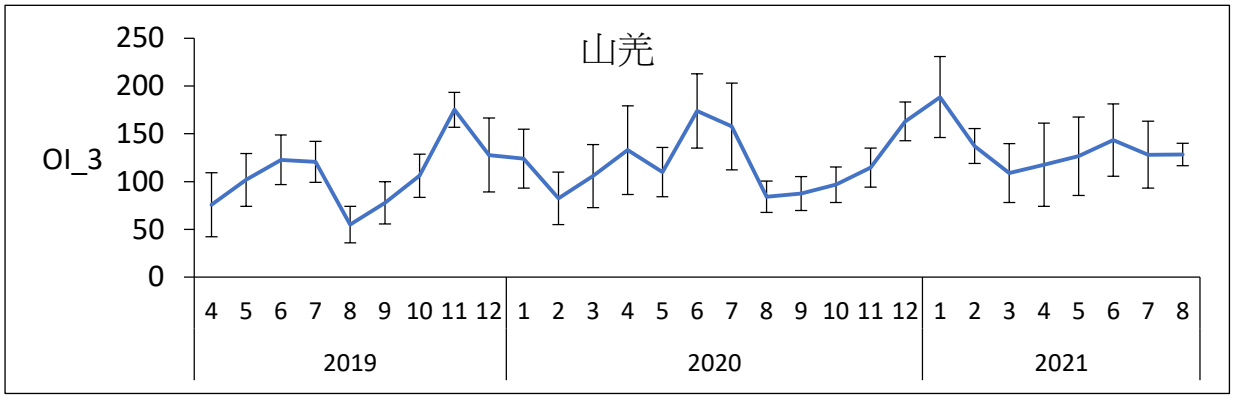

獼猴
OI_3
40
30
20
10
0
5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8
2019
2020
2021

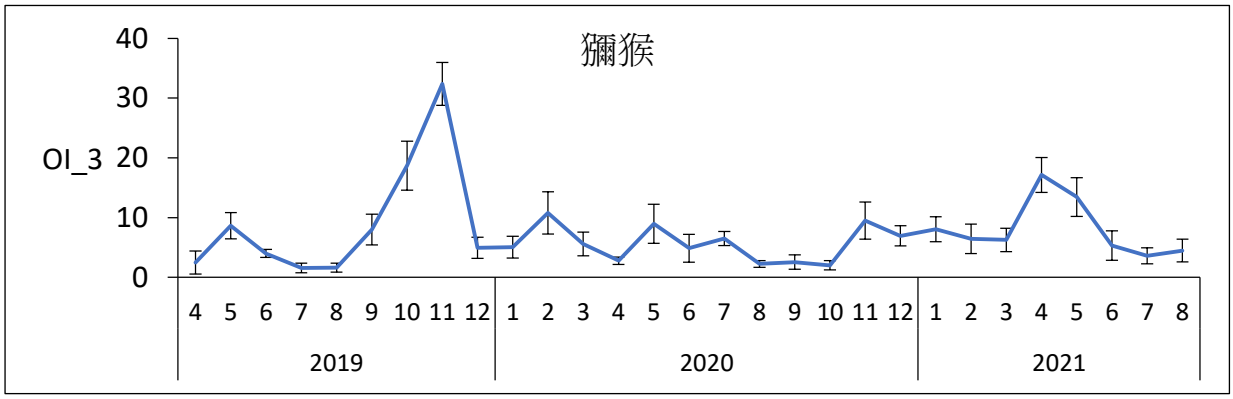
1101158

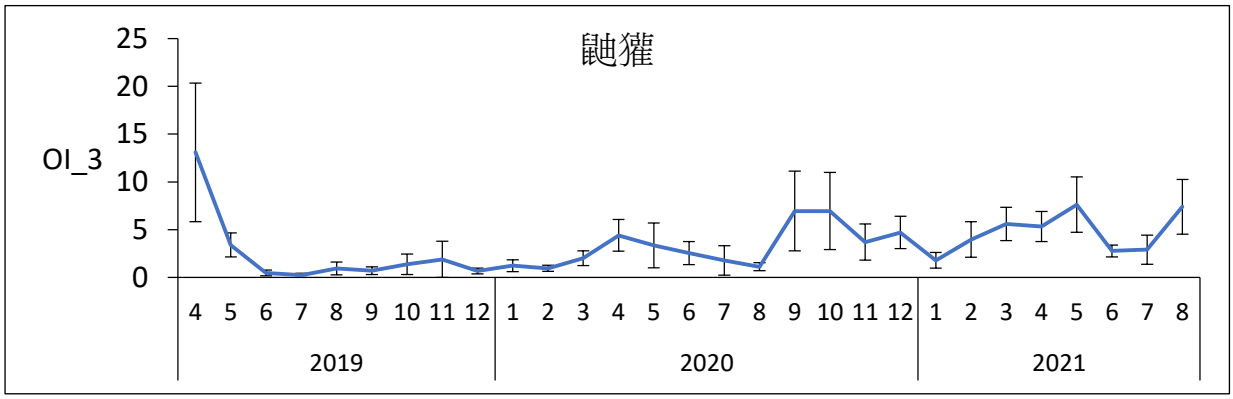
B. 雪山坑溪野生動物重要棲息環境

雪山坑溪野生動物重要棲息環境位於苗栗縣泰安鄉，此區域內的監測相機有 6 台，架設於 2019 年 4 月，樣點海拔介於 1625-1702m 之間，植被類型以山地常綠闊葉林為主。2019 年 4 月至 2021 年 8 月監測結果，哺乳類監測物種中，山羌豐度顯著高於其他物種，此外依序是獼猴、鼬獾、野山羊、白鼻心、食蟹獴、黃鼠狼、野豬、黃喉貂、穿山甲(6 個樣點當中有 5 個樣點多次記錄到穿山甲)，以及於 2019 年 8 月拍到黑熊 1 次(樣點 DS-LTMM-013)、2019 年 6 月及 12 月各拍到石虎 1 次(樣點 DS-LTMM-015)。


雪山坑溪野生動物重要棲息環境
(2019年4月-2021年8月平均OI_3)
OI_3
140
120
100
80
60
40
20
0
山羌
獼猴
鼬獾
山羌
白鼻心
食蟹獴
黃鼠狼
野豬
黃喉貂
穿山甲
石虎
黑熊


山羌
OI_3
250
200
150
100
50
0
4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8
2019
2020
2021


獼猴
OI_3
40
30
20
10
0
4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8
2019
2020
2021

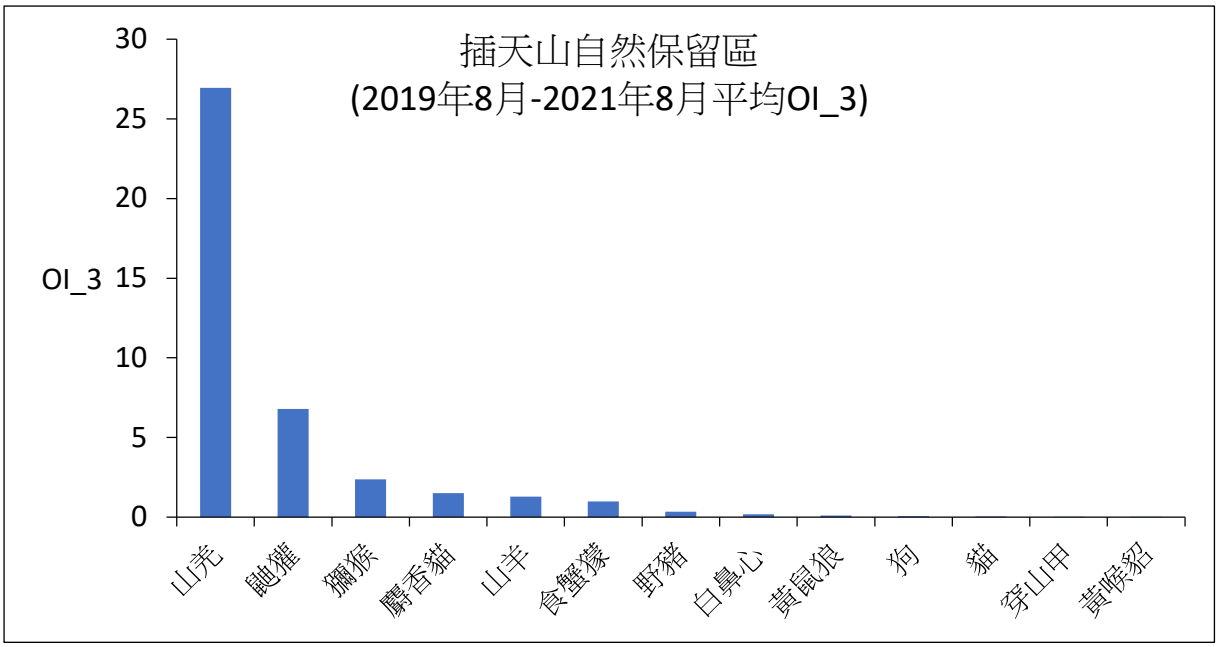

鼬獾
OI_3
25
20
15
10
5
0
4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8
2019
2020
2021

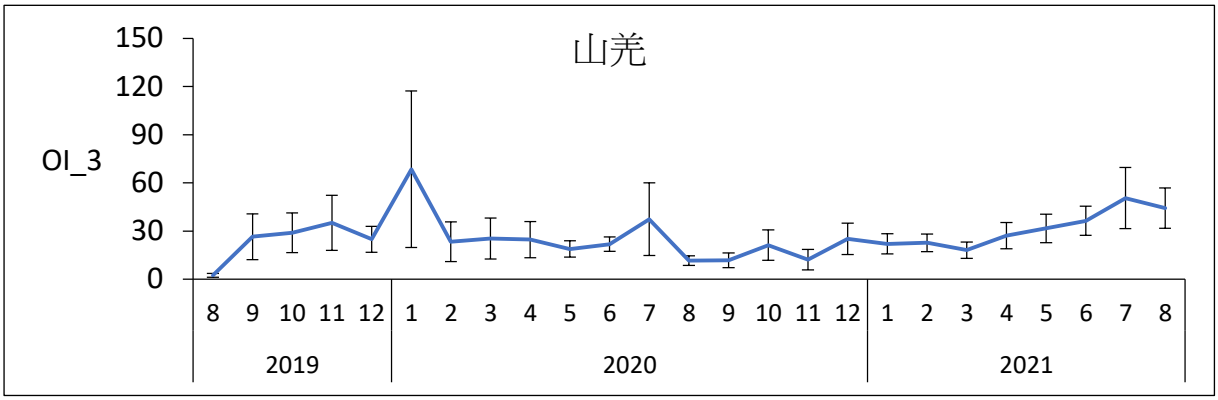
1101158

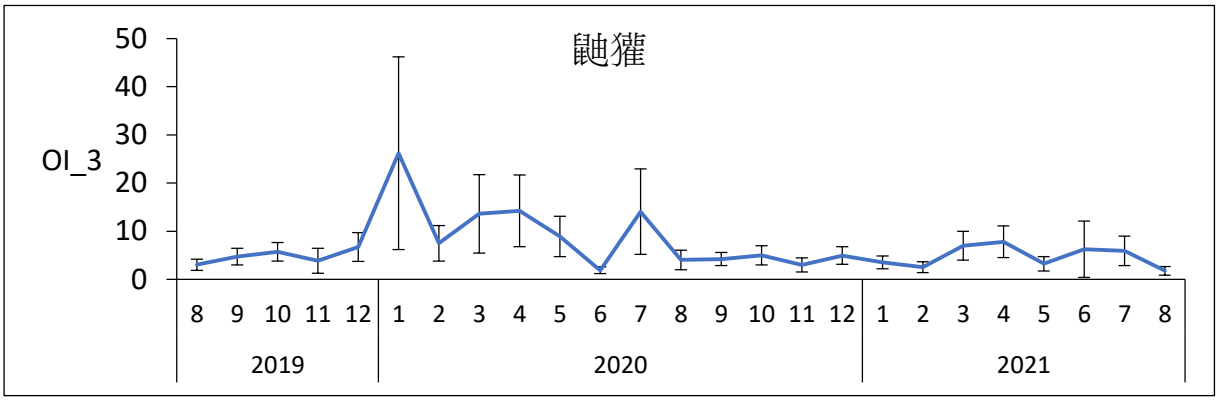
C. 插天山自然保留區

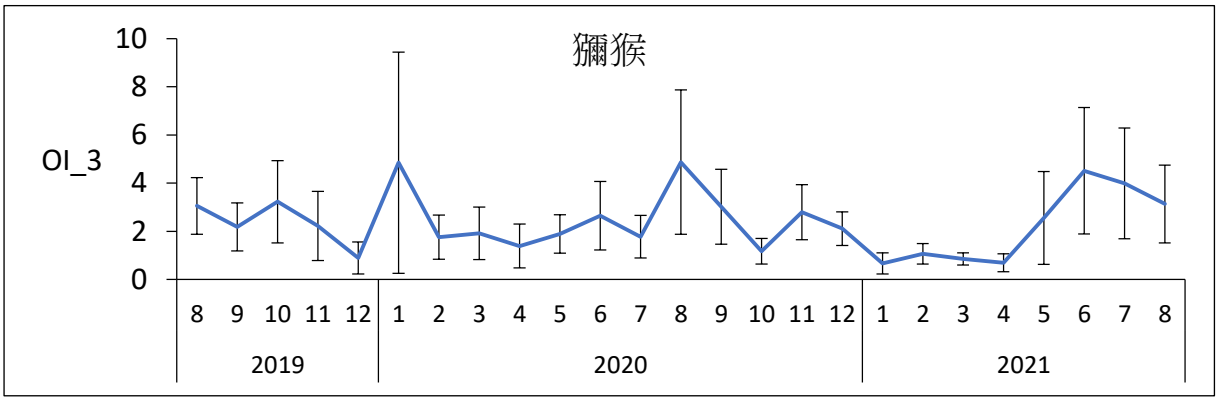
插天山自然保留區橫跨新北市及桃園市，此保留區內的監測相機有 8 台，架設於 2019 年 8 月，樣點海拔介於 621-1750m 之間，植被類型以闊葉林及針闊葉混合林為主。2019 年 8 月至 2021 年 8 月監測結果，哺乳類監測物種中，平均相對豐度最高的是山羌及鼬獾，另外還有獼猴、麝香貓、野山羊、食蟹獴、野豬、白鼻心、黃鼠狼、狗、貓、穿山甲和黃喉貂。穿山甲僅在 2020 年 1 月於樣點 HC-LTMM-032 曾拍攝過一次。

1101158


插天山自然保留區
(2019年8月-2021年8月平均OI_3)
OI_3
30
25
20
15
10
5
0
山羌
鼬獾
獼猴
麝香貓
山羊
食蟹獴
野豬
白鼻心
黃鼠狼
狗
貓
穿山甲
黃喉貂

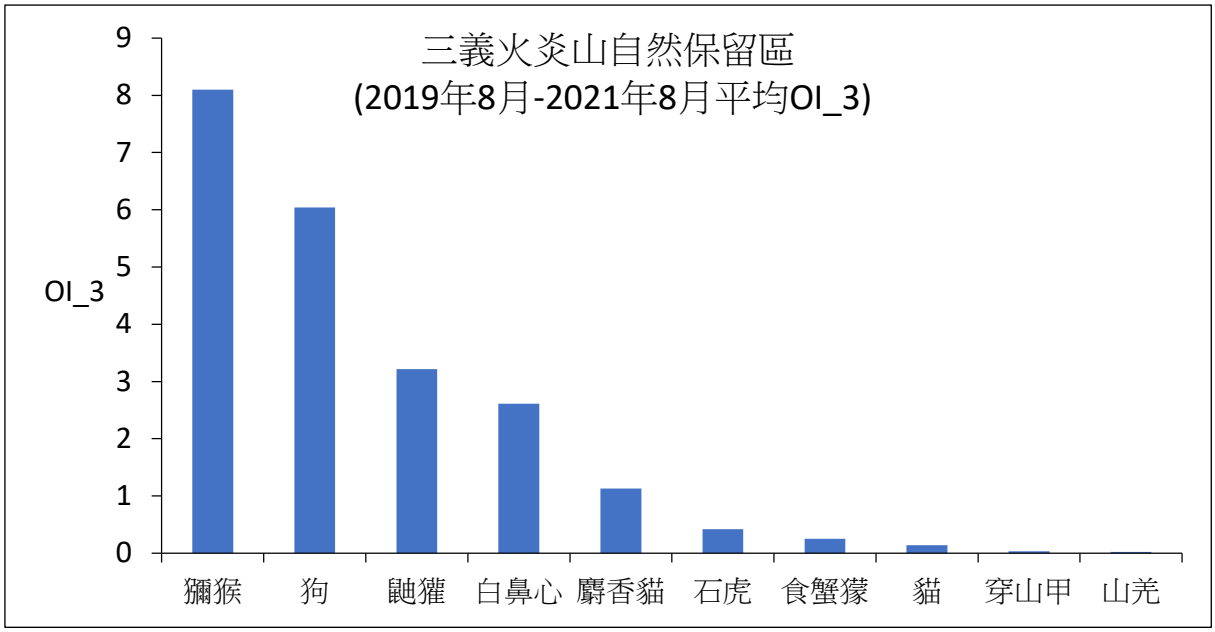

山羌
OI_3
150
120
90
60
30
0
8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8
2019
2020
2021

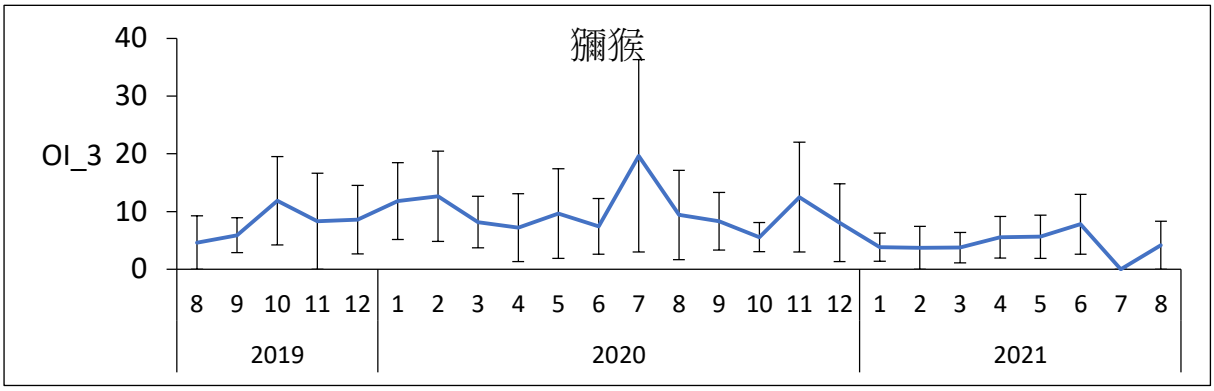

鼬獾
OI_3
50
40
30
20
10
0
8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8
2019
2020
2021

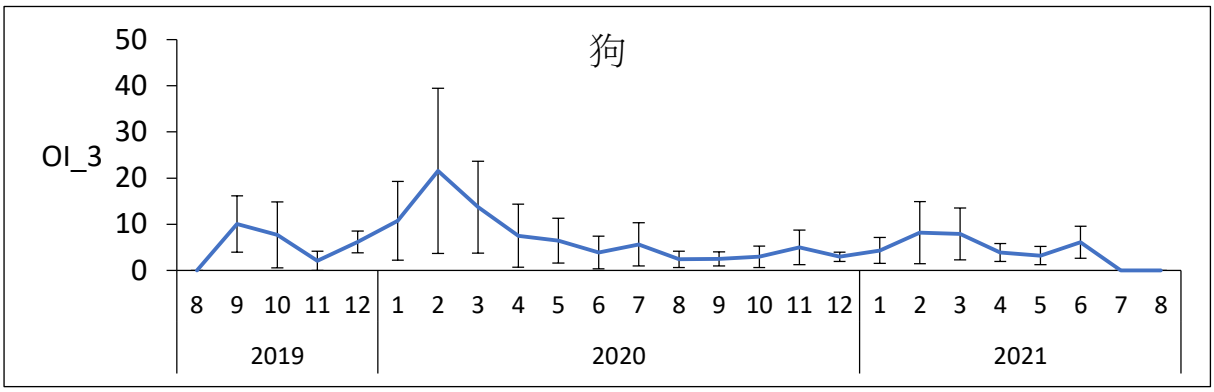

獼猴
OI_3
10
8
6
4
2
0
8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8
2019
2020
2021

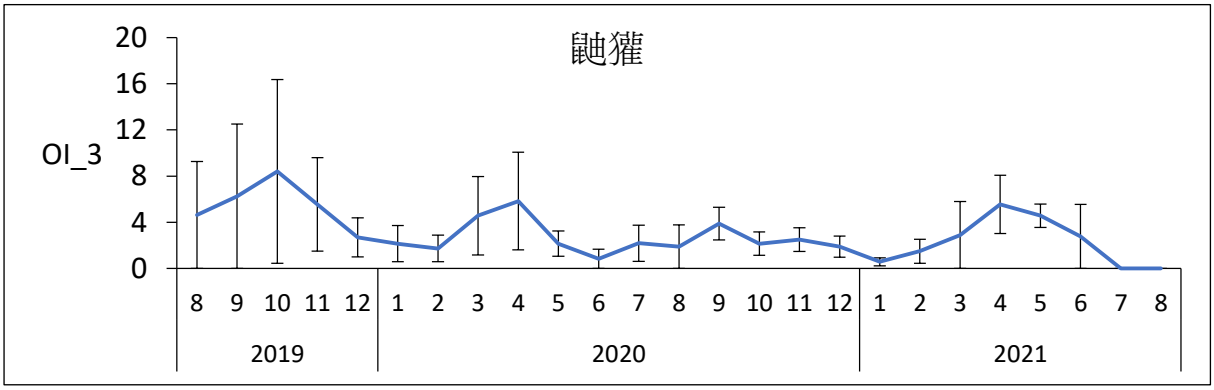
D. 三義火炎山自然保留區

三義火炎山自然保留區位於苗栗縣三義鄉，此保留區內的監測相機有 5 台，架設於 2019 年 8 月，樣點海拔介於 185-452m 之間，植被類型為人工林與闊葉林。2019 年 8 月至 2021 年 8 月監測結果，哺乳類監測物種中，平均相對豐度最高是獼猴及狗，此外依序是鼬獾、白鼻心、麝香貓、石虎、食蟹獴、貓、穿山甲與山羌。其中石虎在總共 5 個樣點中的 4 個樣點(HC-LTMM-037、HC-LTMM-038、HC-LTMM-039、HC-LTMM-040)皆曾出現，於 2019 年 10 月至今年 6 月間持續有多筆拍攝紀錄；穿山甲則是在 2019 年 12 月於樣點 HC-LTMM-040、2020 年 4 月於樣點 HC-LTMM-036 以及今年 4 月於 HC-LTMM-038 各有一次拍攝記錄。


三義火炎山自然保留區
(2019年8月-2021年8月平均OI_3)
OI_3
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
獼猴
狗
鼬獾
白鼻心
麝香貓
石虎
食蟹獴
貓
穿山甲
山羌


獼猴
OI_3
0
10
20
30
40
8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8
2019
2020
2021

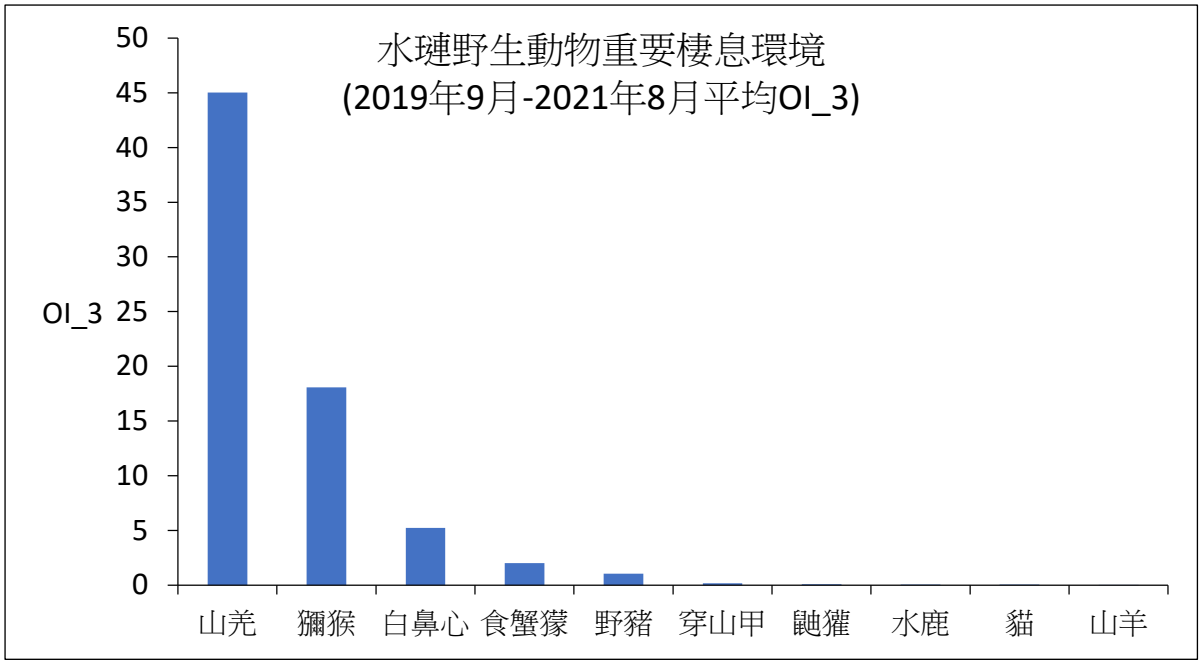

狗
OI_3
0
10
20
30
40
50
8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8
2019
2020
2021

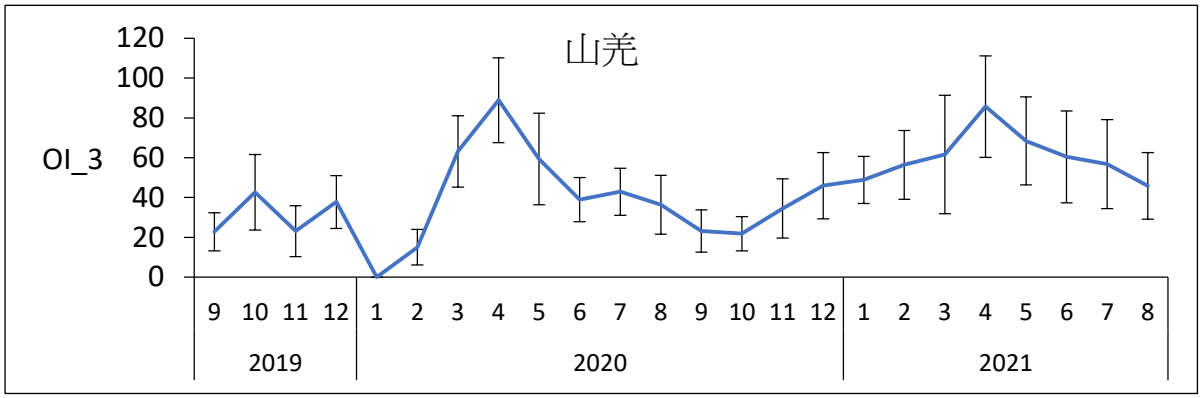

鼬獾
OI_3
0
4
8
12
16
20
8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8
2019
2020
2021

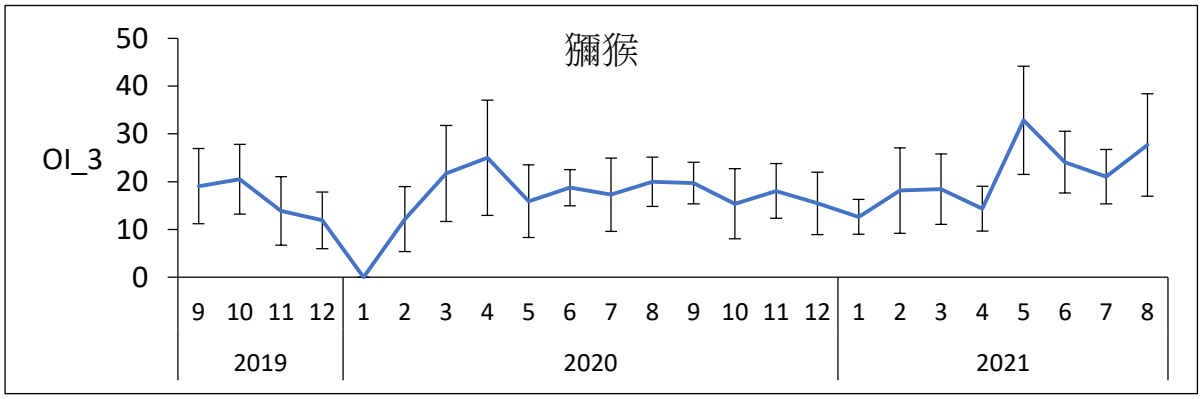
E. 水璉野生動物重要棲息環境

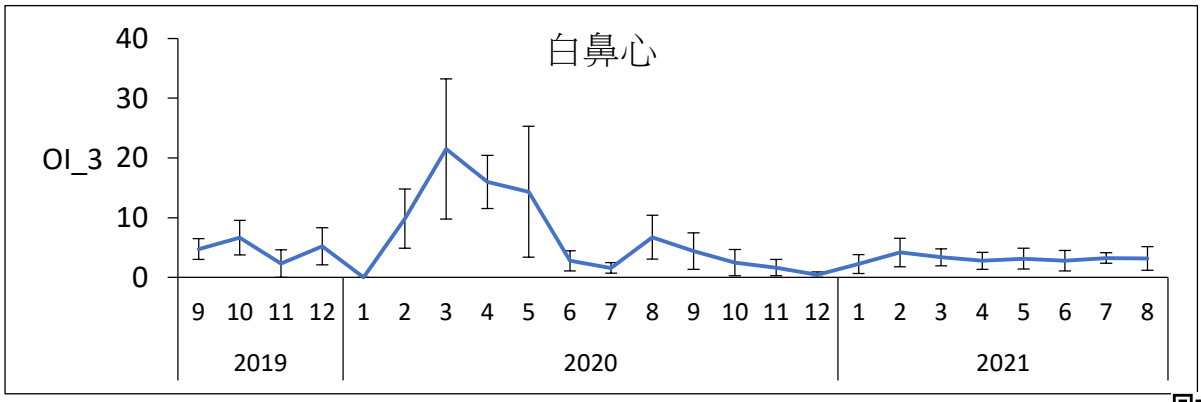
水璉野生動物重要棲息環境位於花蓮縣壽豐鄉，此區域內的監測相機有 6 台，架設於 2019 年 9 月，樣點海拔介於 108-353m 之間，植被類型以常綠闊葉林為主。2019 年 9 月至 2021 年 8 月監測結果，哺乳類監測物種中，平均相對豐度最高的是山羌與獼猴，此外還有白鼻心、食蟹獴、野豬、穿山甲、鼬獾、水鹿、貓與野山羊。穿山甲在全部 6 個樣點皆曾出現，於 2019 年 12 月至 2021 年 8 月間有共計 15 次拍攝紀錄。

1101158


水璉野生動物重要棲息環境
(2019年9月-2021年8月平均OI_3)
OI_3
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
山羌
獼猴
白鼻心
食蟹獴
野豬
穿山甲
鼬獾
水鹿
貓
山羊

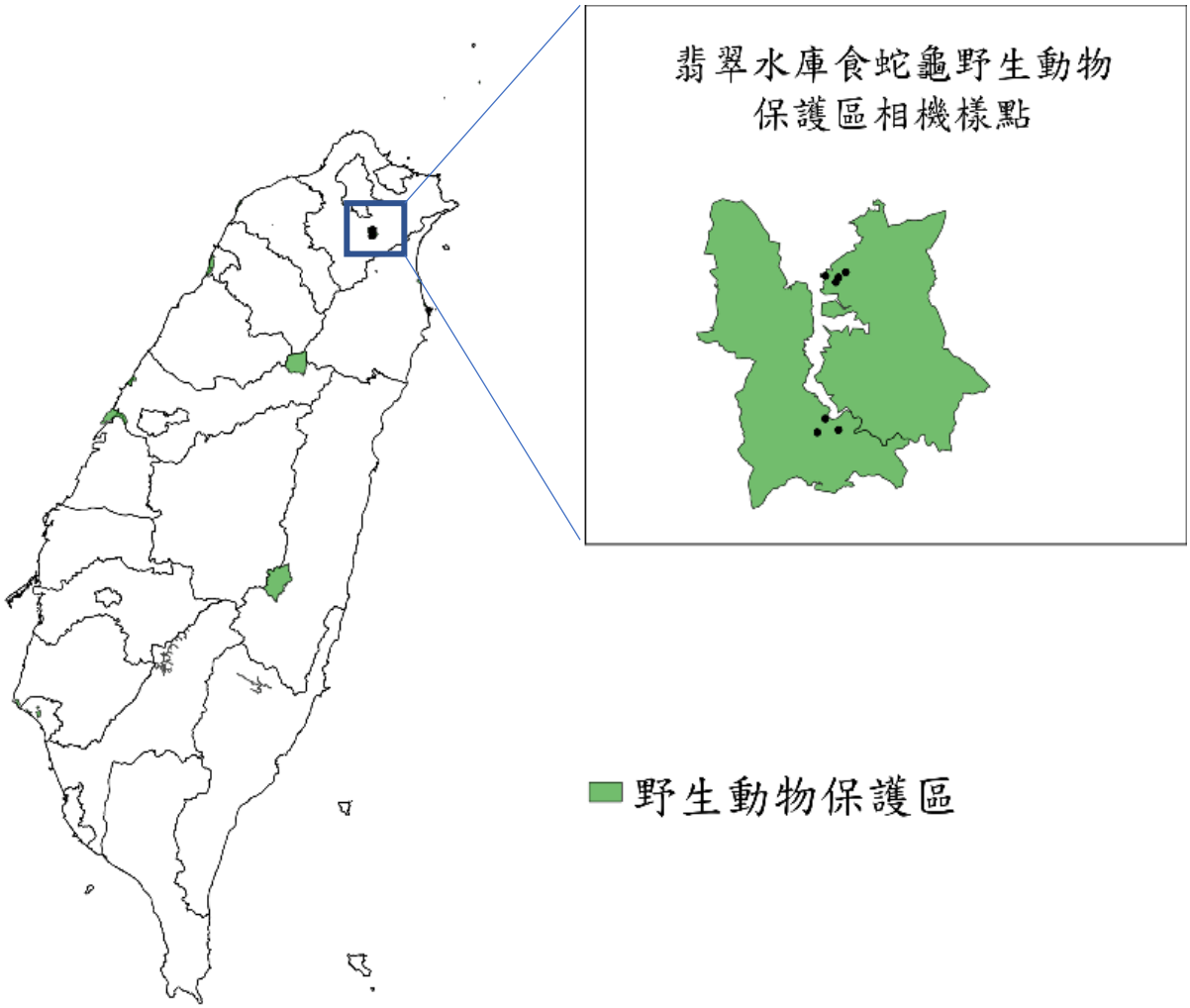

山羌
OI_3
120
100
80
60
40
20
0
9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8
2019
2020
2021

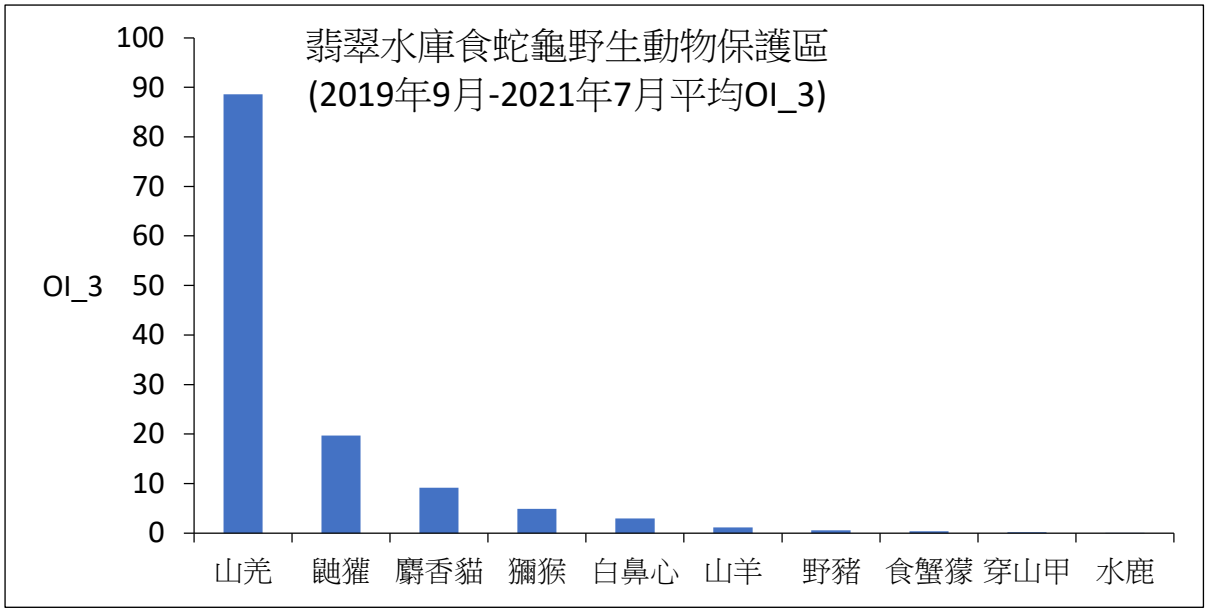

獼猴
OI_3
50
40
30
20
10
0
9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8
2019
2020
2021

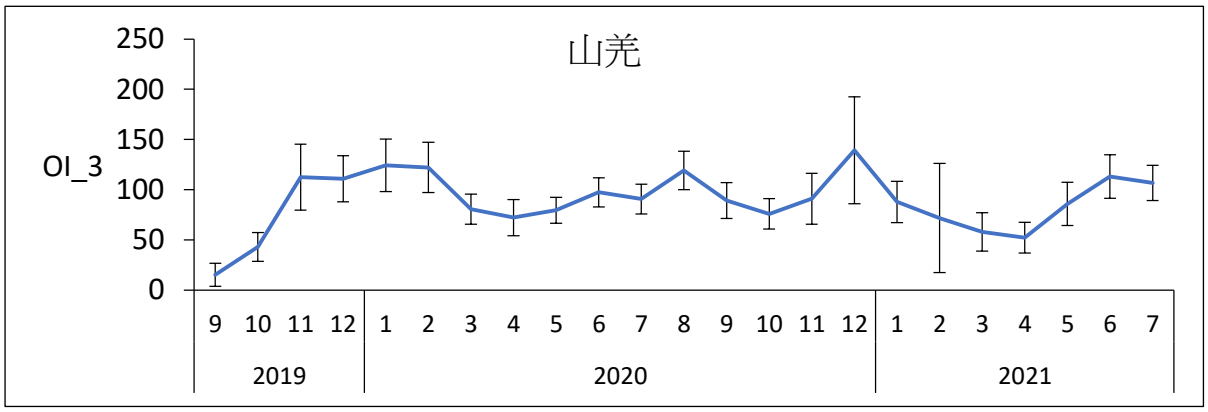

白鼻心
OI_3
40
30
20
10
0
9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8
2019
2020
2021

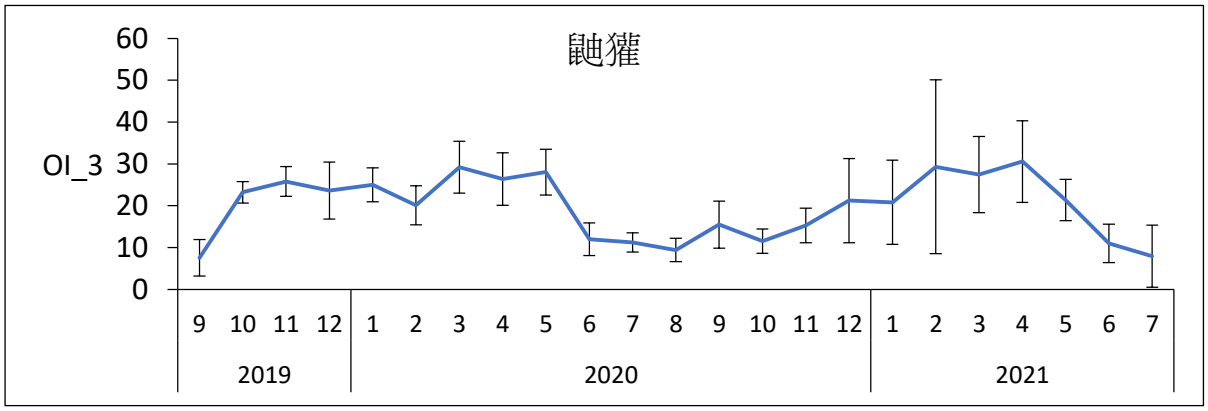
F. 翡翠水庫食蛇龜野生動物保護區

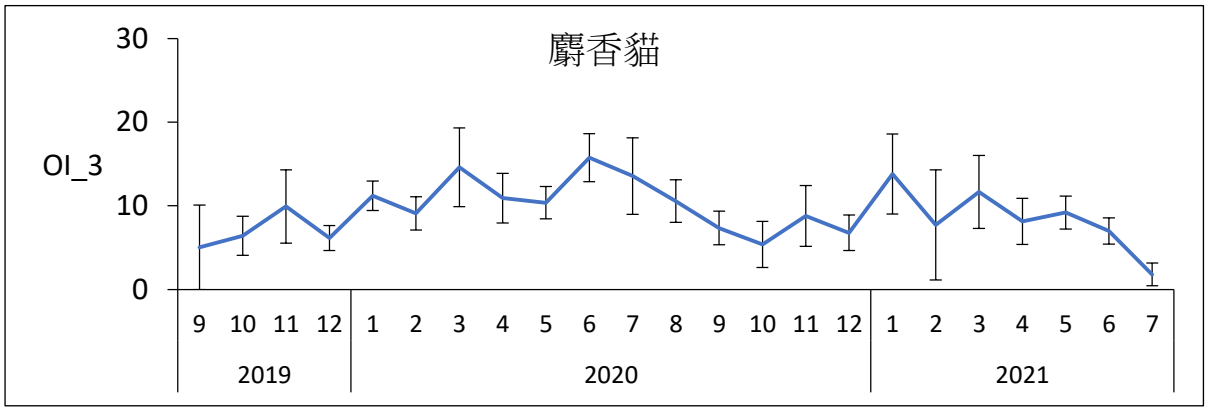
翡翠水庫食蛇龜野生動物保護區位於新北市石碇區，此保護區內的監測相機有 7 台，架設於 2019 年 9 月，樣點海拔介於 175-259m 之間，植被類型以常綠闊葉林為主。2019 年 9 月至 2021 年 7 月監測結果，哺乳類監測物種中，平均相對豐度山羌顯著多於其他物種，此外還有鼬獾、麝香貓、獼猴、白鼻心、野山羊、野豬、食蟹獴、穿山甲與水鹿。穿山甲在全部 7 個樣點皆曾出現，於 2019 年 11 月至 2021 年 6 月間有共計 19 次拍攝紀錄。




翡翠水庫食蛇龜野生動物保護區
(2019年9月-2021年7月平均OI_3)
OI_3
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
山羌
鼬獾
麝香貓
獼猴
白鼻心
山羊
野豬
食蟹獴
穿山甲
水鹿


山羌
OI_3
250
200
150
100
50
0
9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7
2019
2020
2021


鼬獾
OI_3
60
50
40
30
20
10
0
9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7
2019
2020
2021

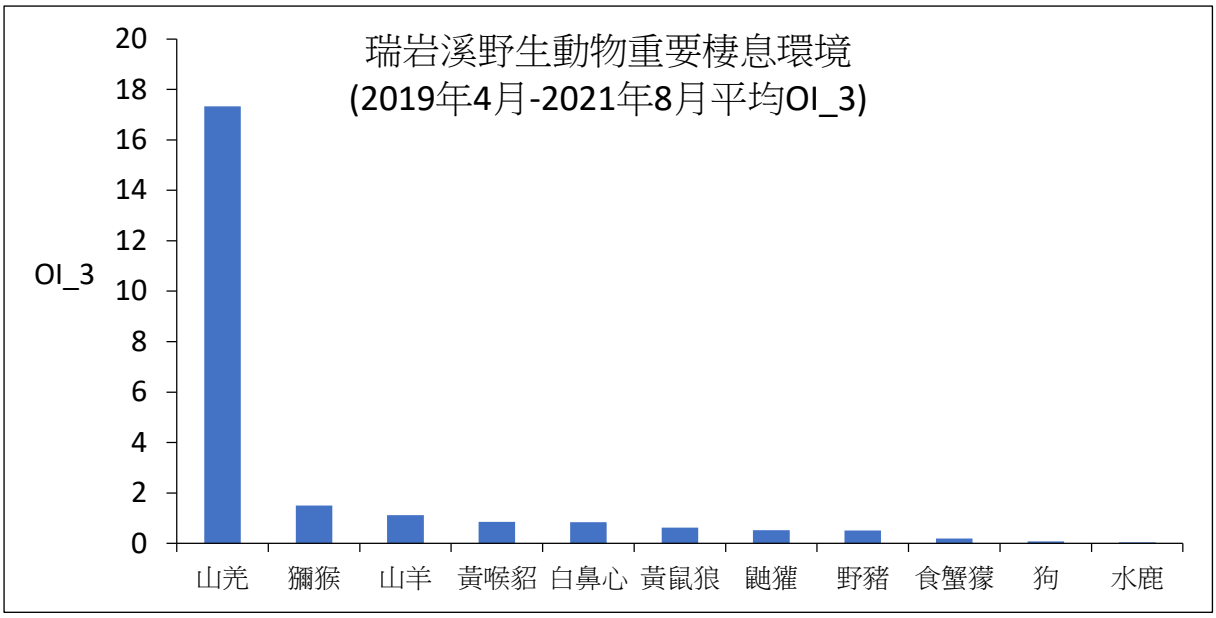

麝香貓
OI_3
30
20
10
0
9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7
2019
2020
2021

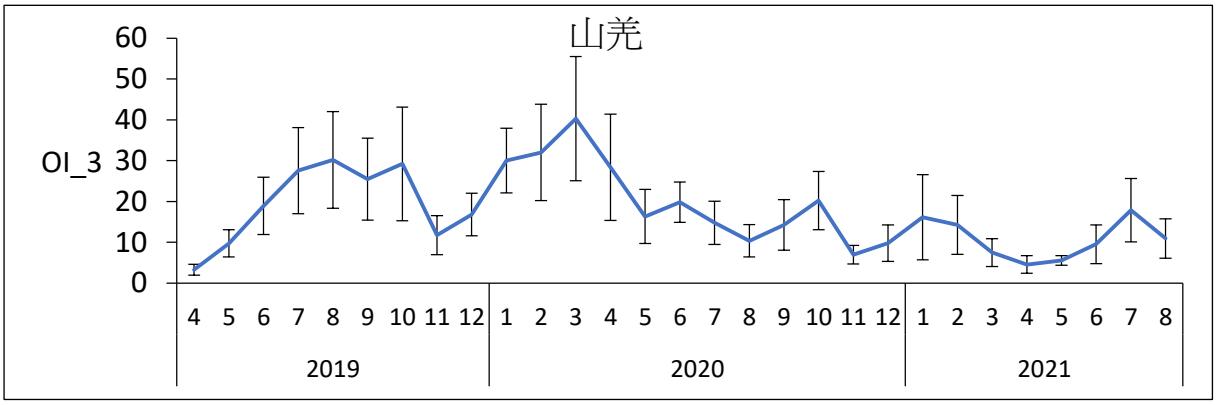
1101158

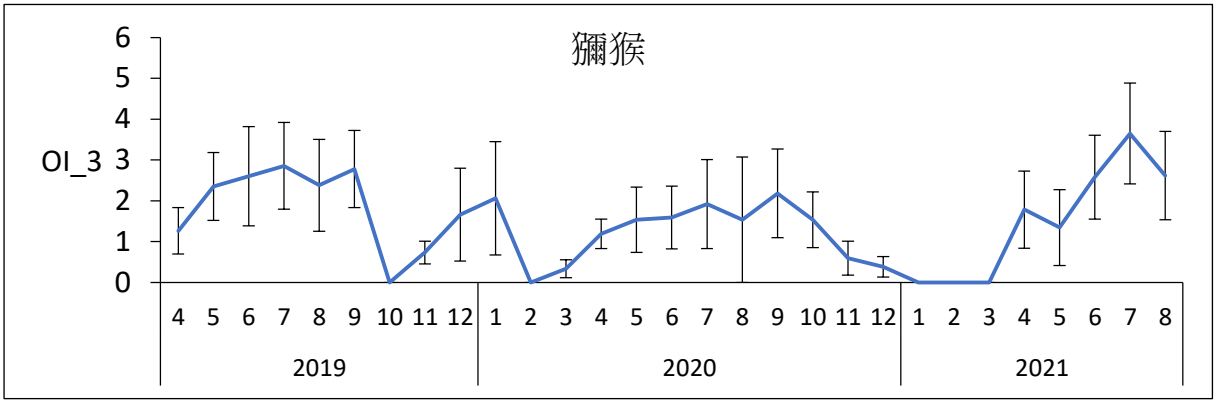
G. 瑞岩溪野生動物重要棲息環境

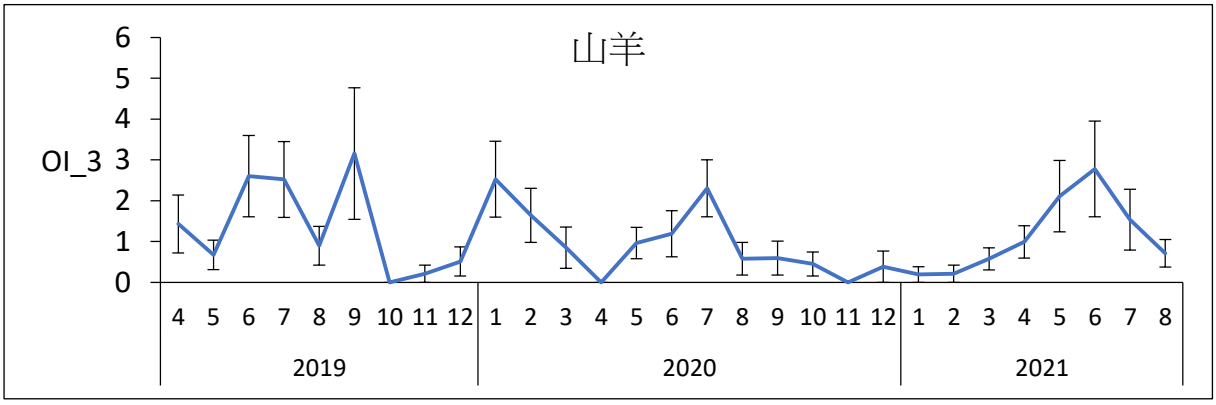
瑞岩溪野生動物重要棲息環境位於南投縣仁愛鄉，此區域內的監測相機有 8 台，架設於 2019 年 4 月，樣點海拔介於 2231-2901m 之間，植被類型涵蓋針葉林、針闊葉混合林與闊葉林。2019 年 4 月至 2021 年 8 月監測結果，哺乳類監測物種中，平均相對豐度最高的是山羌，其次有獼猴、野山羊、黃喉貂、白鼻心、黃鼠狼、鼬獾、野豬、食蟹獴、狗以及水鹿。

1101158


瑞岩溪野生動物重要棲息環境
(2019年4月-2021年8月平均OI_3)
OI_3
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
山羌
獼猴
山羊
黃喉貂
白鼻心
黃鼠狼
鼬獾
野豬
食蟹獴
狗
水鹿


山羌
OI_3
60
50
40
30
20
10
0
4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8
2019
2020
2021

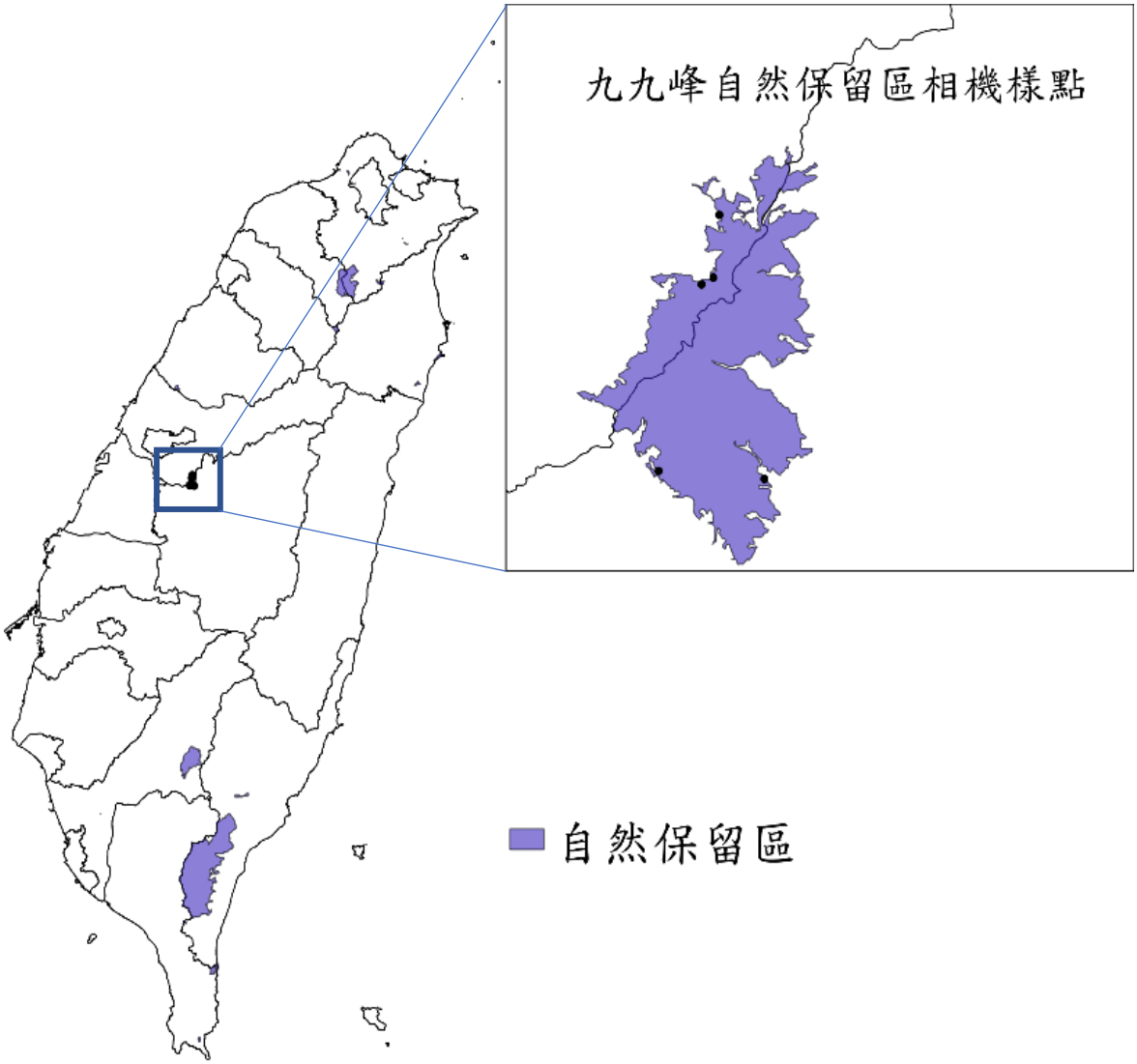

獼猴
OI_3
6
5
4
3
2
1
0
4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8
2019
2020
2021

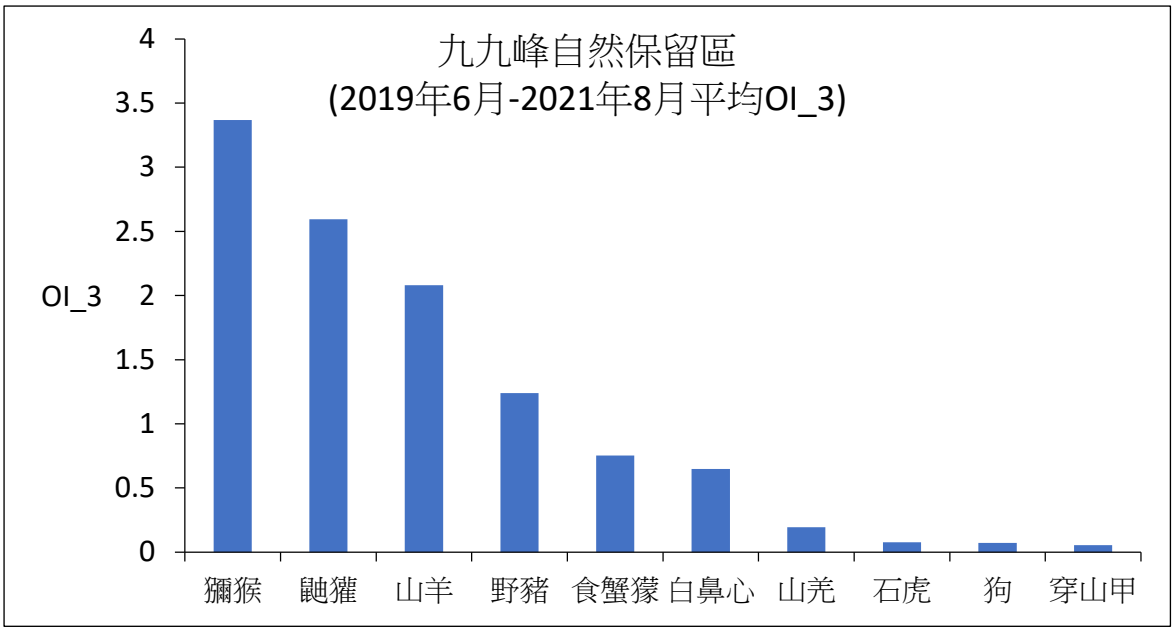

山羊
OI_3
6
5
4
3
2
1
0
4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8
2019
2020
2021

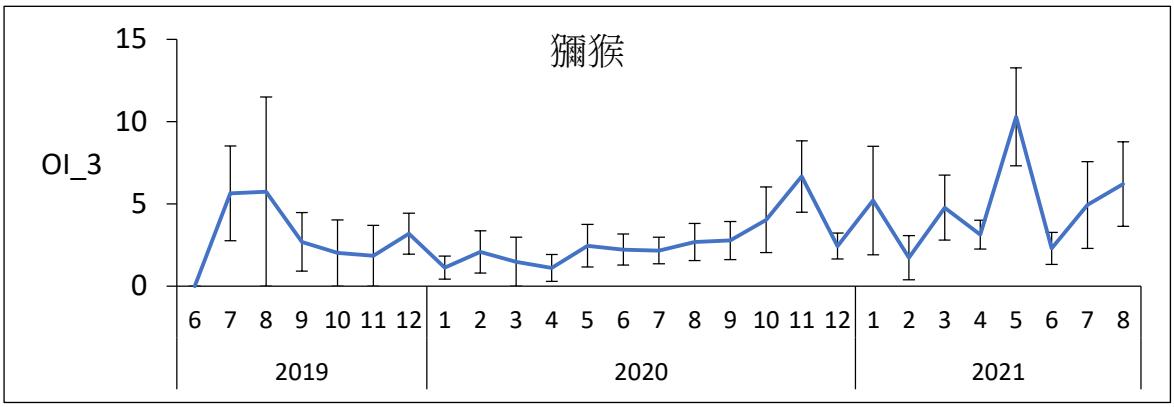
1101158

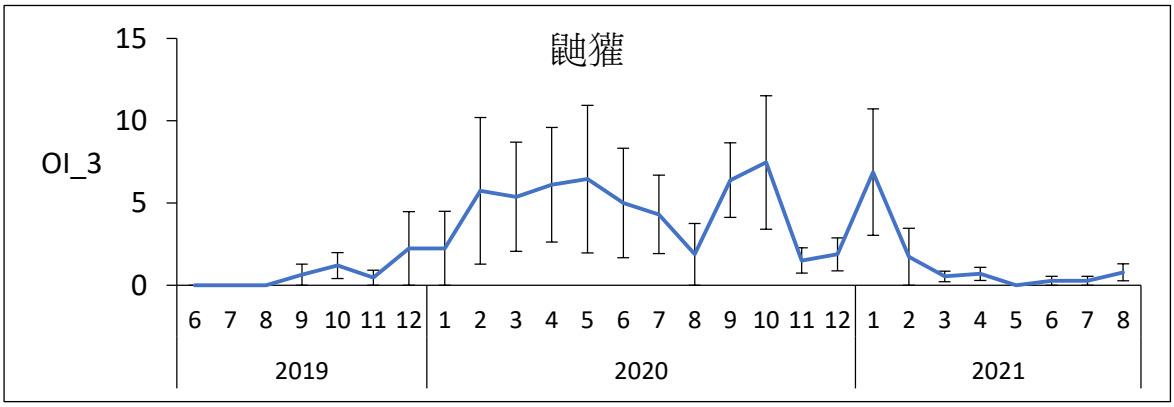
H. 九九峰自然保留區

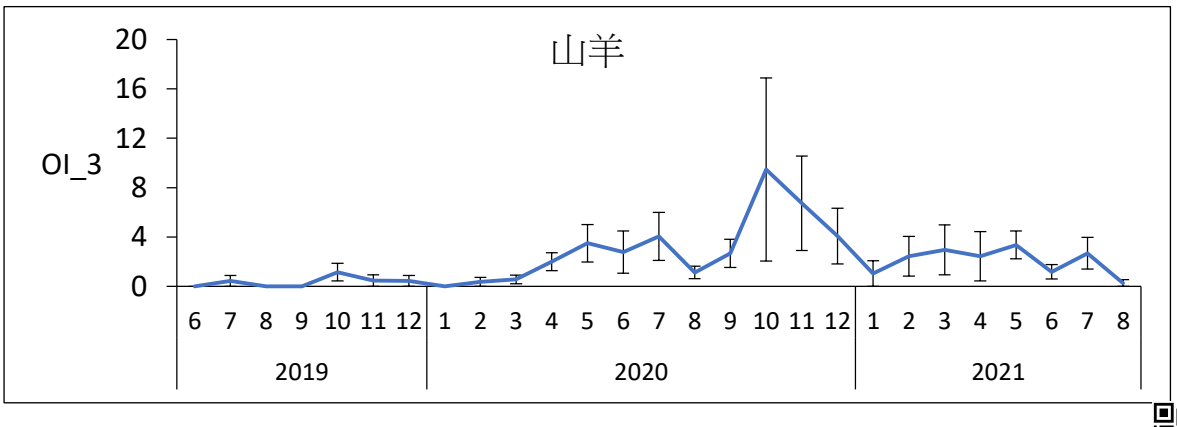
九九峰自然保留區橫跨南投縣及台中市，此保留區內的監測相機有 5 台，架設於 2019 年 6 月，樣點海拔介於 339-532m 之間，植被類型以常綠闊葉林為主。2019 年 6 月至 2021 年 8 月監測結果，哺乳類監測物種中，平均相對豐度最高的是獼猴與鼬獾，其次則有野山羊、野豬、食蟹獴、白鼻心、山羌、石虎、狗及穿山甲。其中石虎在 2 個樣點共有 4 次出現紀錄，分別是樣點 NT-LTMM-048 於 2019 年 9 月有二次紀錄，以及樣點 NT-LTMM-049 於 2019 年 9 月及 2020 年 12 月各有一次紀錄。穿山甲則是在 NT-LTMM-046 樣點於 2020 年 3 月及 5 月各有一次紀錄、NT-LTMM-049 樣點於 2020 年 10 月有一次紀錄，以及 NT-LTMM-048 於今年 4 月一次紀錄。




九九峰自然保留區
(2019年6月-2021年8月平均OI_3)
OI_3
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
獼猴
鼬獾
山羊
野豬
食蟹獴
白鼻心
山羌
石虎
狗
穿山甲

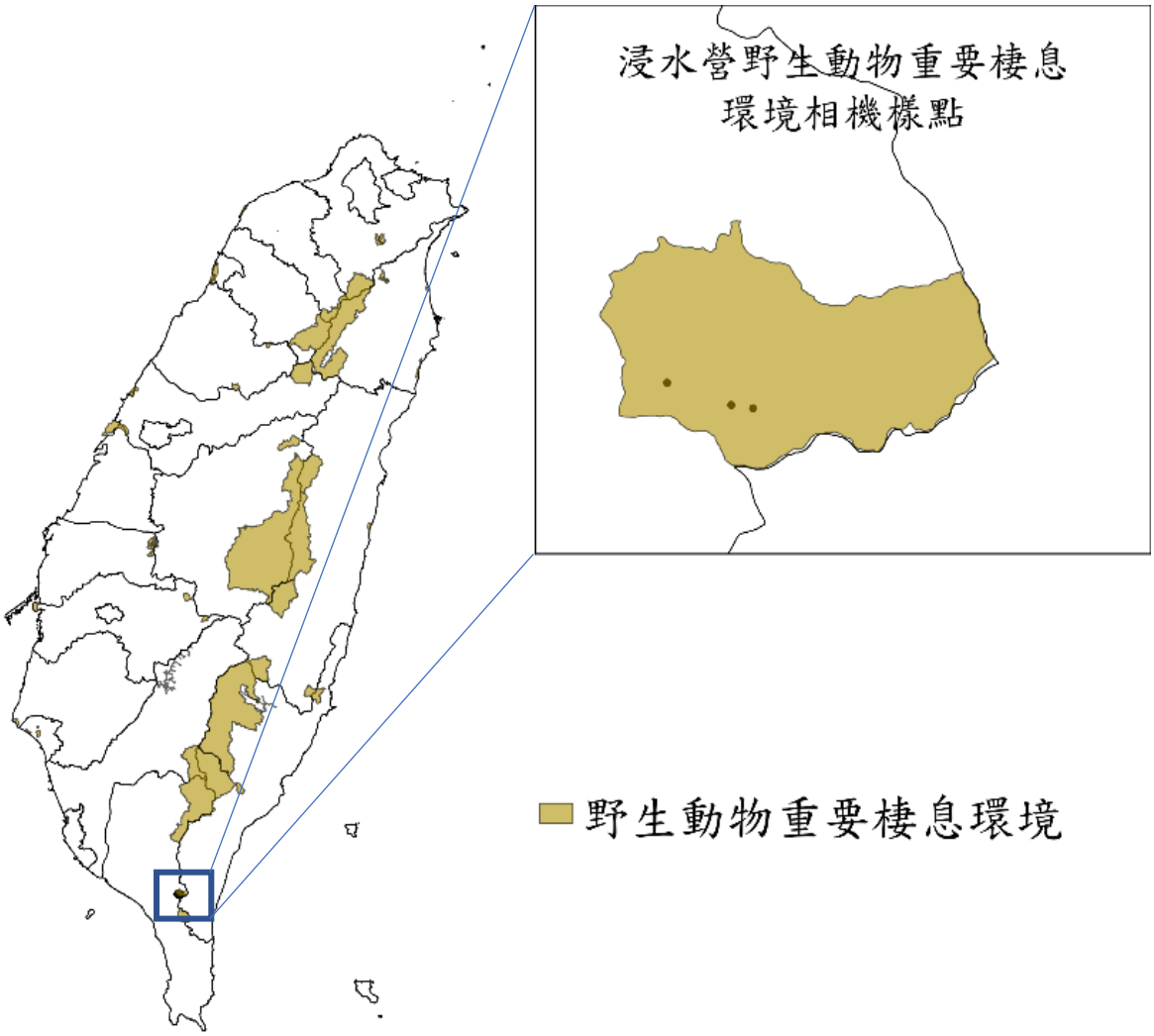

獼猴
OI_3
15
10
5
0
6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8
2019
2020
2021

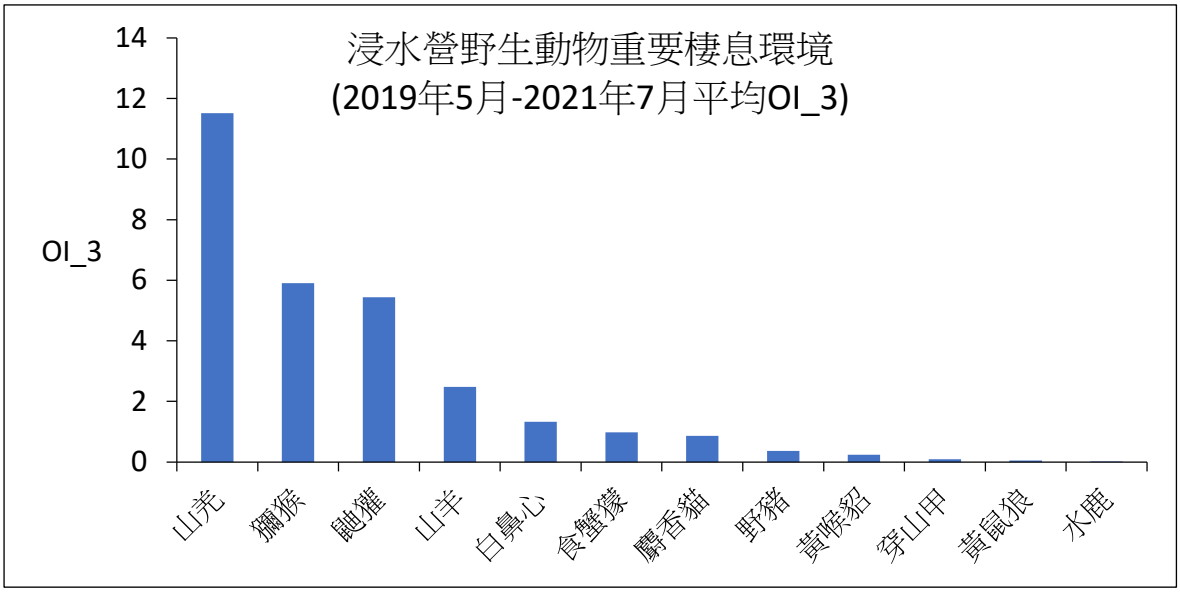

鼬獾
OI_3
15
10
5
0
6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8
2019
2020
2021

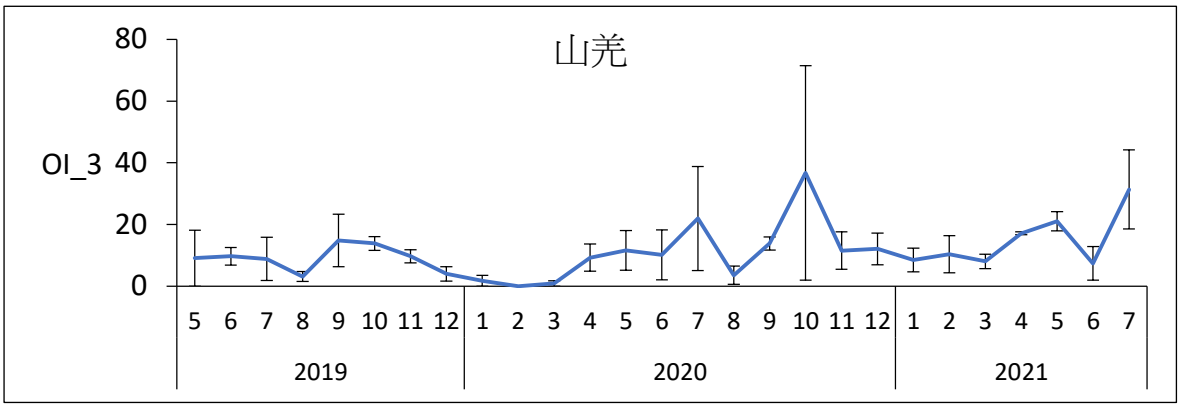

山羊
OI_3
20
16
12
8
4
0
6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8
2019
2020
2021

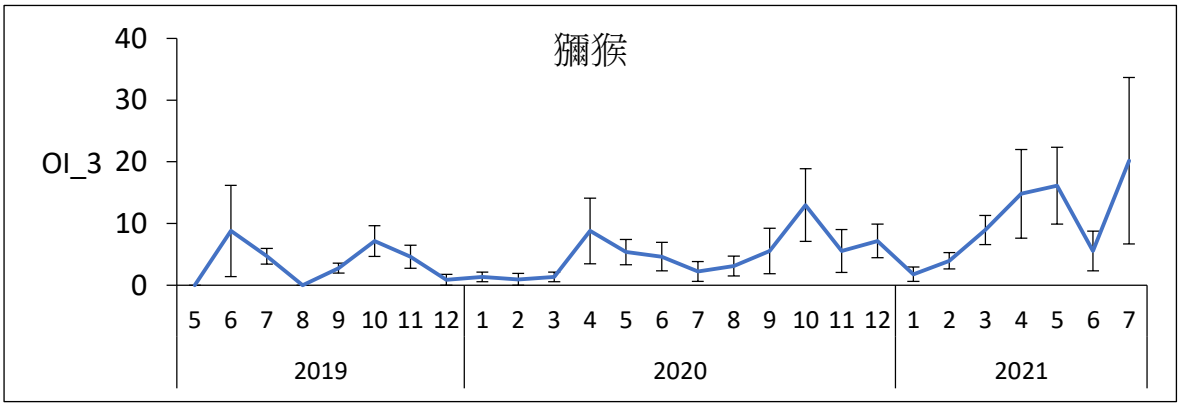
I. 浸水營野生動物重要棲息環境

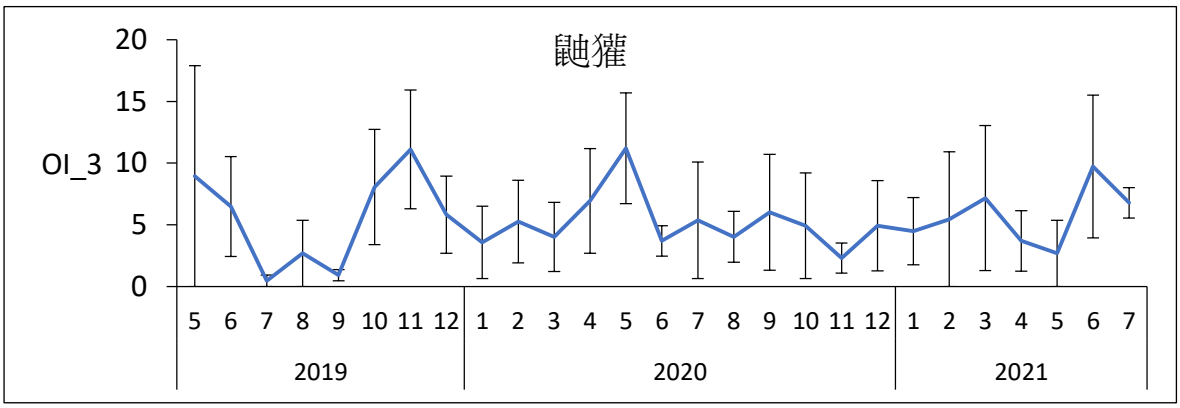
浸水營野生動物重要棲息環境位於屏東縣春日鄉，此區域內的監測相機有 3 台，架設於 2019 年 5 月，樣點海拔介於 1292-1480m 之間，植被類型為人工林及常綠闊葉林。2019 年 5 月至 2021 年 7 月監測結果，哺乳類監測物種中，平均相對豐度最高的是山羌、獼猴及鼬獾，再來有野山羊、白鼻心、食蟹獴、麝香貓、野豬、黃喉貂、穿山甲(PT-LTMM-025 樣點於 2019 年 7 月有 2 次紀錄以及 PT-LTMM-026 樣點於 2021 年 7 月有 2 次紀錄)、黃鼠狼與水鹿。




浸水營野生動物重要棲息環境
(2019年5月-2021年7月平均OI_3)
OI_3
14
12
10
8
6
4
2
0
山羌
獼猴
鼬獾
山羊
白鼻心
食蟹獴
麝香貓
野豬
黃喉貂
穿山甲
黃鼠狼
水鹿


山羌
OI_3
80
60
40
20
0
5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7
2019
2020
2021

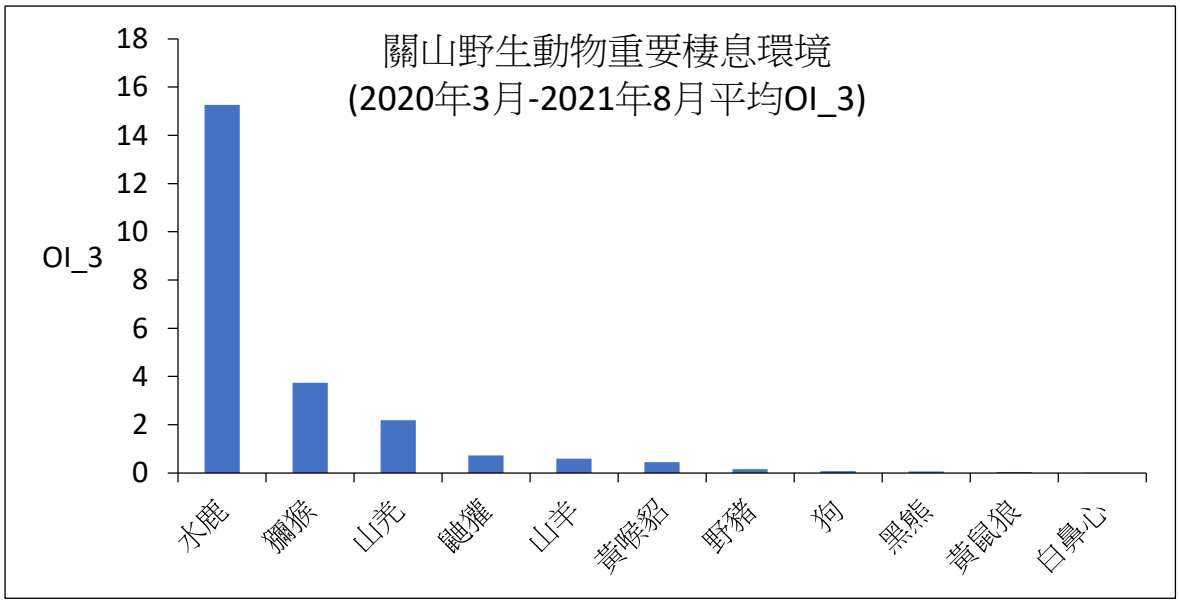

獼猴
OI_3
40
30
20
10
0
5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7
2019
2020
2021

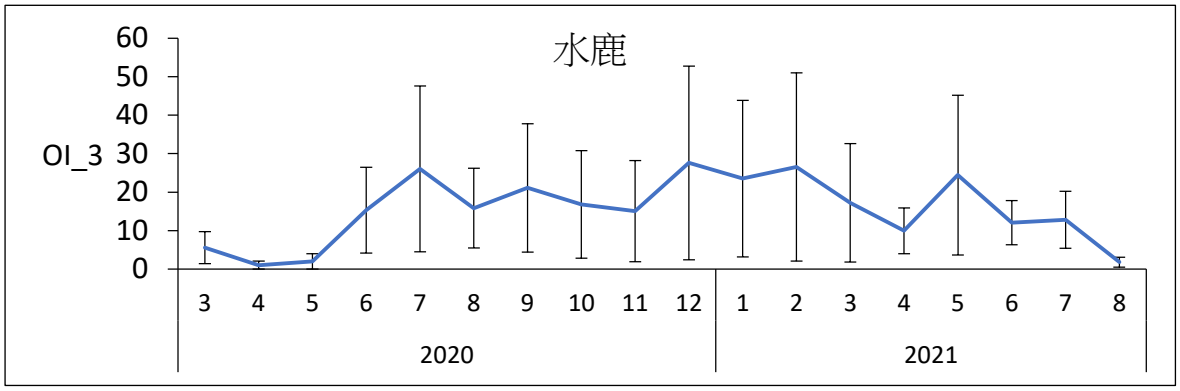

鼬獾
OI_3
20
15
10
5
0
5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7
2019
2020
2021

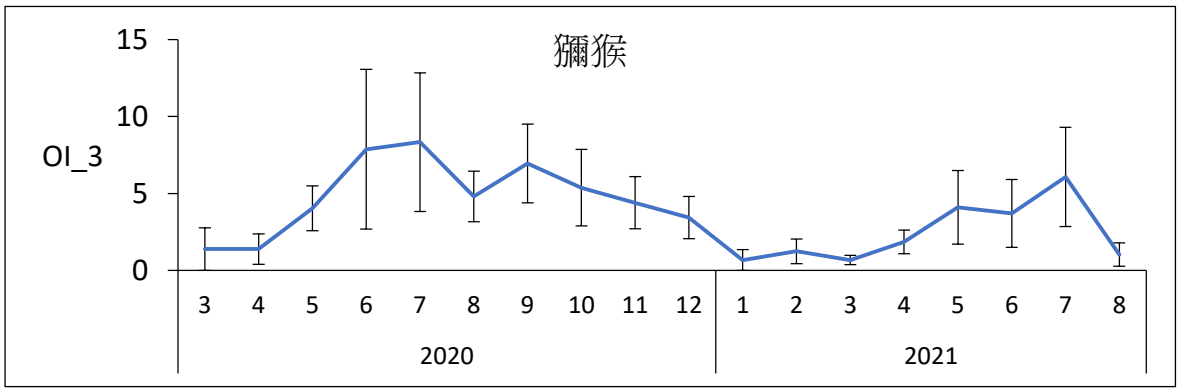
J. 關山野生動物重要棲息環境

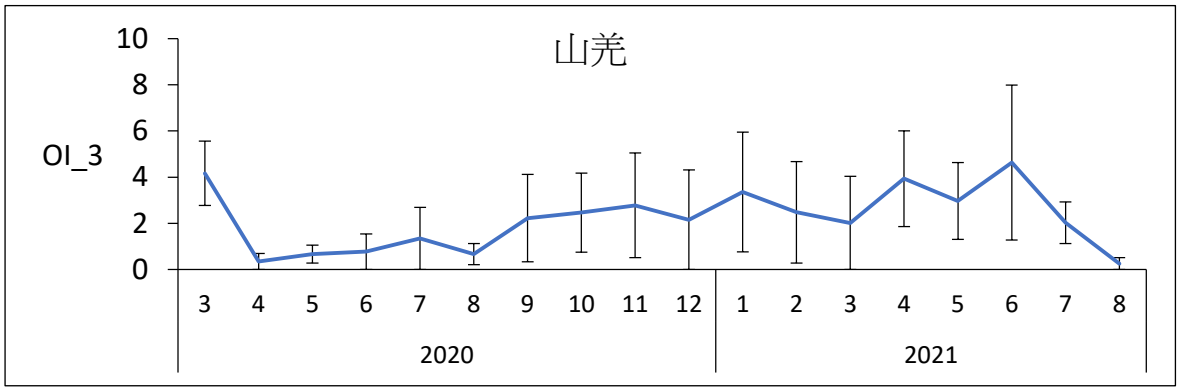
關山野生動物重要棲息環境位於台東縣海端鄉，此區域內的監測相機有 6 台，於 2020 年 3 月陸續架設完成，樣點海拔介於 2105-3371m 之間，樣點的植被類型涵蓋針葉林、針闊葉混合林、針闊葉灌叢以及人工林。2020 年 3 月至 2021 年 8 月監測結果，哺乳類監測物種中，平均相對豐度最高的是水鹿及獼猴，再來有山羌、鼬獾、野山羊、黃喉貂、野豬、狗、黑熊、黃鼠狼與白鼻心。其中黑熊在這個區域共有 5 次出現紀錄，分別是樣點 TD-LTMM-036 於 2020 年 8 月出現一次、樣點 TD-LTMM-039 於 2021 年 3 月出現一次、樣點 TD-LTMM-040 於 2020 年 8 月出現兩次、2020 年 9 月出現一次。

1101158


關山野生動物重要棲息環境
(2020年3月-2021年8月平均OI_3)
OI_3
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
水鹿
獼猴
山羌
鼬獾
山羊
黃喉貂
野豬
狗
黑熊
黃鼠狼
白鼻心

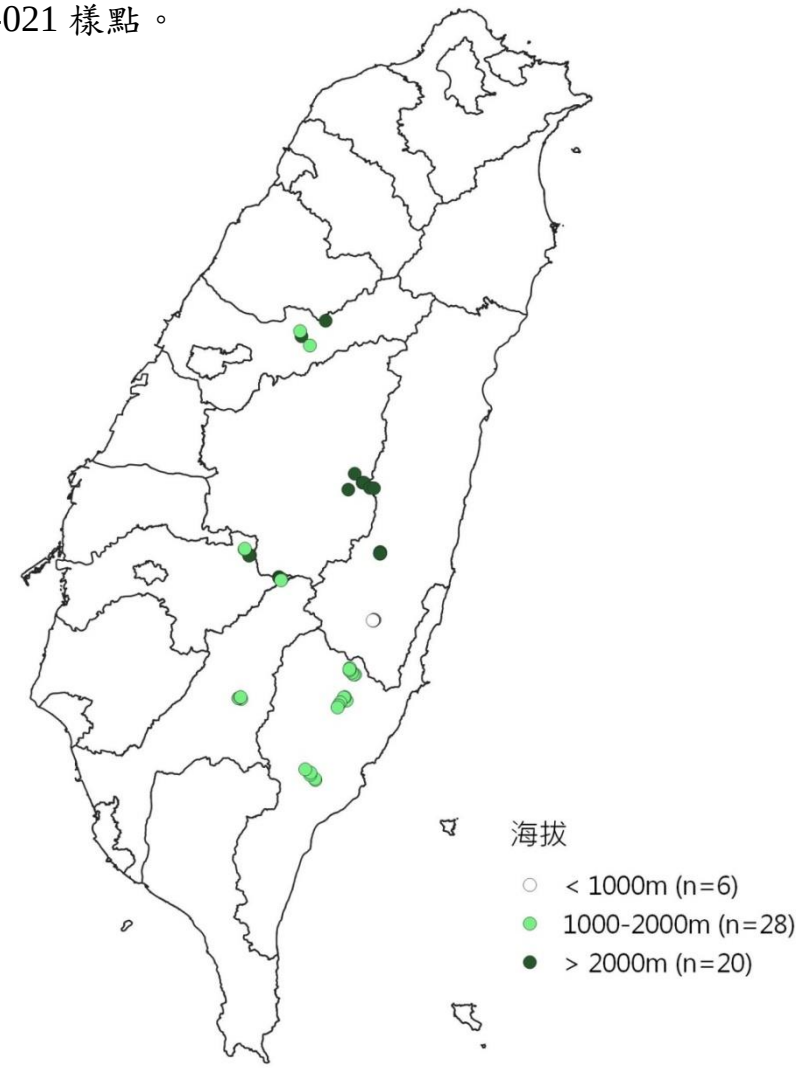

水鹿
OI_3
60
50
40
30
20
10
0
3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8
2020
2021


獼猴
OI_3
15
10
5
0
3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8
2020
2021

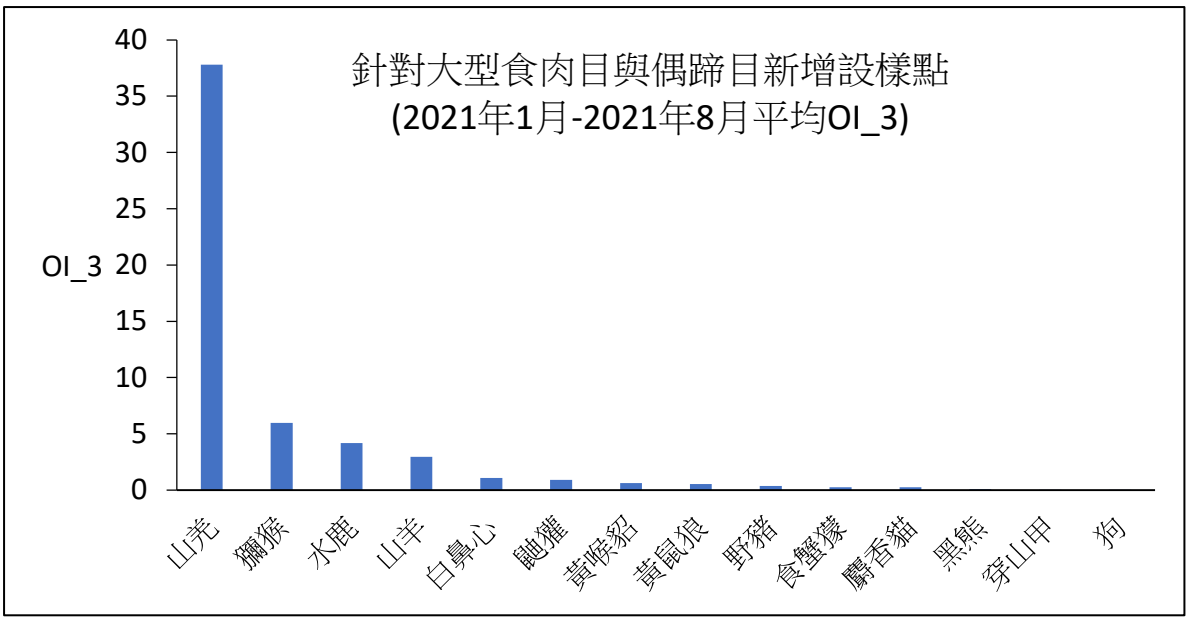

山羌
OI_3
10
8
6
4
2
0
3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8
2020
2021

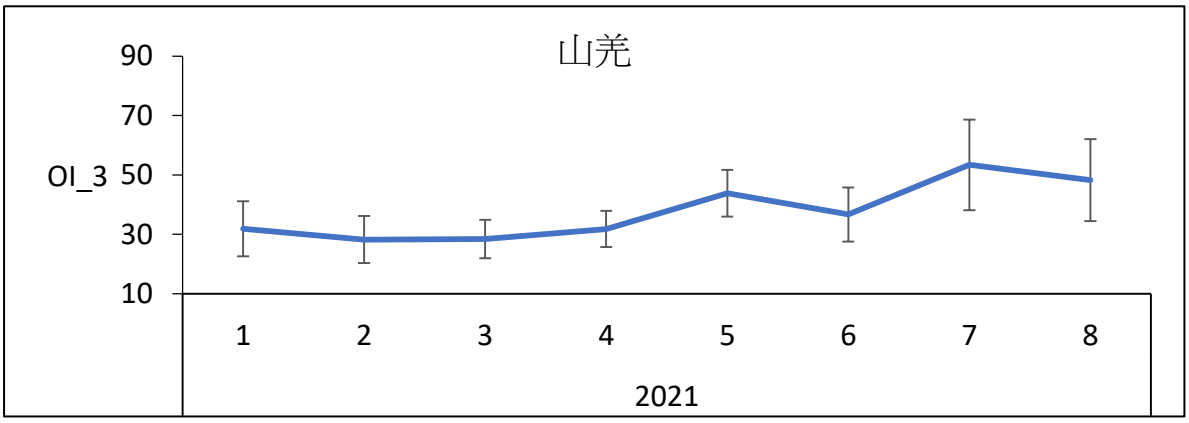
附錄三 新增設之中大型食肉目與偶蹄目樣點各哺乳類 OI 值。

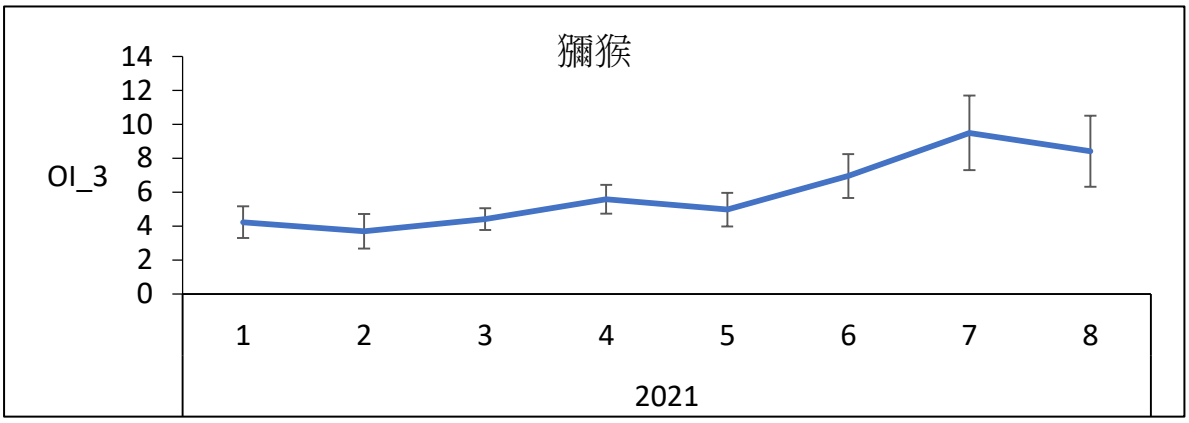
2020 年起至今針對黑熊以及水鹿陸續新增設的相機樣點，包括南投處丹大林道 6 台、嘉義處楠溪林道 6 台、塔山野生動物重要棲息環境 4 台、屏東處石山林道 5 台、花蓮處玉里野生動物保護區 6 台、瓦拉米步道 6 台、台東處利嘉林道 5 台、紅石林道 6 台、錦屏林道 6 台、東勢處大雪山地區 4 台，總計完成架設相機 54 台，各海拔高度點位如下圖，全數樣點皆已開始回收照片資料。自 2021 年 1 月開始統計之哺乳類動物監測結果，平均相對豐度最高者依序是山羌(37.8)、獼猴(5.97)與水鹿(4.16)，另外還有野山羊、白鼻心、鼬獾、黃喉貂、黃鼠狼、野豬、食蟹獴、麝香貓、黑熊、穿山甲與狗。其中台灣水鹿在上述所有樣區都曾被拍攝到，共計 29 個樣點；台灣黑熊則除了 2 月之外今年每月也都有拍攝記錄，共有 7 個樣點:位於楠溪林道的 CY-LTMM-022、CY-LTMM-024、玉里野生動物保護區的 HL-LTMM-021、HL-LTMM-023、HL-LTMM-026 以及大雪山地區的 DS-LTMM-020、DS-LTMM-021 樣點。

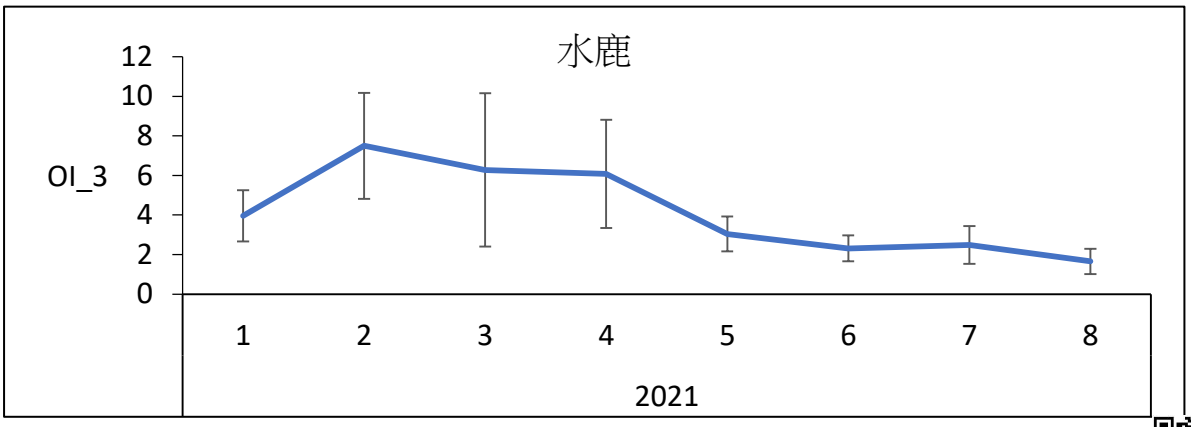


1101158


針對大型食肉目與偶蹄目新增設樣點
(2021年1月-2021年8月平均OI_3)
OI_3
40
35
30
25
20
15
10
5
0
山羌
獼猴
水鹿
山羊
白鼻心
鼬獾
黃喉貂
黃鼠狼
野豬
食蟹獴
麝香貓
黑熊
穿山甲
狗


山羌
OI_3
90
70
50
30
10
1
2
3
4
5
6
7
8
2021


獼猴
OI_3
14
12
10
8
6
4
2
0
1
2
3
4
5
6
7
8
2021


水鹿
OI_3
12
10
8
6
4
2
0
1
2
3
4
5
6
7
8
2021

附錄四 動物監測相機常見狀況及排除方法。

(一) 現場工作：若無法立即處理，建議直接更換為備用相機，並將故障機帶回室內除濕後並重新檢測功能。

狀況 1： 如何選擇動物監測相機架設位置? **解決方法**： 動物監測相機應架設樣區內獸徑的交會處，周遭無人為痕跡且地勢平坦，頂層植被鬱閉度高，底層植被不雜亂的區域。相機架設離地約 80-100 公分，鏡頭拍攝方向盡量平行地面且對準獸徑交會範圍。
狀況 2： 相機無法開機、無畫面。 **解決方法**： 1) 檢查電池有無放反或沒有放好。 2) 更換新電池。 3) 將相機收回防潮箱數天，無改善則需送原廠維修。
狀況 3： 相機螢幕出現亂碼、只有亮光無畫面。 **解決方法**： 1) 重開機兩三次。 2) 將相機收回防潮箱數天，無改善則需送原廠維修。
狀況 4： 記憶卡無法讀取，螢幕出現「CARD ERROR」。 **解決方法**： 1) 重插記憶卡或更換其他記憶卡。 2) 檢查記憶卡側邊的鎖定扣是否被開啟，是的話記憶卡將無法存取，需切換回未鎖定狀態。 3) 將相機收回防潮箱數天，無改善則需送原廠維修。

狀況 5： 相機開啟後無畫面，電池顯示燈閃紅光。 **解決方法：** 1) 將相機關閉後，等紅光完全消失再重新開啟，嘗試數次。 2) 更換新電池。 3) 將相機收回防潮箱數天，無改善則需送原廠維修。
狀況 6： 電池消耗過快（全新電池不到一個月就沒電）。 **解決方法：** 1) 更換品質較好的電池。 2) 檢查照片是否空拍太多，若空拍太多請調低相機拍攝靈敏度、檢查動態感應器或調整相機位置至較鬱閉的區域。 3) 將相機收回防潮箱數天，無改善則需送原廠維修。
狀況 7： 現場相機失竊、損壞或路途中記憶卡遺失。 **解決方法：** 1) 現場發現相機失竊、損壞情形，請記錄案發日期，並拍攝現場環境照片(架設樹木、被破壞的相機以及其他人為痕跡)，並以 GPS 定位現場座標，下山後回報承辦，如需三聯單核銷請將相關資料送至警察局備案。 2) 路途中記憶卡遺失，請於下山後告知承辦，並於該月報表中敘明。 3) 請現場工作人員將回收後的記憶卡置於專用保存袋內(如夾鏈袋)，並放於背包裡，避免直接放在口袋內以免路途中容易遺失。

(二) 辨識工作：檢視照片時若發現問題請通知現場巡視人員，以便於下次回收資料時調整或修正。

狀況 1： 拍攝照片夜間全黑。 **解決方法**： 1) 紅外線補光燈出問題，請於下次直接更換備用相機。 2) 將相機收回防潮箱數天，測試後無改善則需送原廠維修。
狀況 2： 檢視照片時發現相機每天拍攝數張測試照片或每分鐘、每小時 1 張測試照片。 **解決方法**： 1) 定時拍攝時間設定錯誤，請於下次更換相機電池和記憶卡時重新設定，或是直接更換已設定好的備用相機。 2) 於辦公室設定並測試 1~2 晚，再經由電腦讀取照片檢視無誤後再行架設。 (備註：若相機型號為 Browning，因無定時拍攝功能，因此不須設定定時拍攝。)
狀況 3： 完全沒有照片或僅有拍到架設者的照片，沒有動物照片。 **解決方法**： 1) 檢查動態偵測器是否被遮擋（透明塑膠殼也不行）。 2) 檢查動態偵測器是否正常運作，將相機開啟進入拍攝模式後，用手在相機面前揮動幾下，檢查是否正常運作。 3) 若無正常拍攝可能是偵測器壞掉，將相機收回防潮箱數天，無改善則需送原廠維修。 4) 若動態偵測器運作正常，可能是挑選的地點動物太少，建議在附近更換拍攝地點。
狀況 4： 照片中發現動物都從某一個方向進出畫面，且無法拍攝到整隻動物造成辨識困難。

解決方法：

請現場工作人員調整相機高度、鏡頭角度，並對準動物可能行經的方向。若現場底層植被過於茂密，請清理拍攝區域。

狀況 5：

不同樣點照片中同種動物過大或過小，導致辨識動物不易。

解決方法：

可由以下照片之山羌大小做為參考依據，檢驗拍攝山羌過大或過小的相機樣點，並於下次現場工作時調整相機高度或拍攝角度，降低無法辨識物種的機率。

附錄五 2021 年相機調整進度表。

編號	林管處	工作站	相機編號	巡視人員	調整時間	X(97)	Y(97)	點位狀況與處理
1	羅東處	太平山站	LD94	王俊榮	2021/10/4	291944	2717883	未設定定時拍攝，現場調整設定。
2		太平山站	LD90B	宋恆慶	2021/10/4	301781	2722097	未設定定時拍攝、雜草過多。現場調整設定並清除雜草。
3		太平山站	LD95	李駿毅	2021/10/6	310707	2711950	未設定定時拍攝、雜草過多。調整設定、拍攝方向與角度並清除雜草。
4		太平山站	LD96	林政宏	2021/10/5	286175	2699954	更換相機位置至更有機會拍攝動物之獸徑交會處。
5		南澳站	LD92A	林重山	2021/10/7	326343	2707085	原動物相不佳，經護管員自行更換位置後已改善。拍攝角度稍低，微調角度與快門速度，清除拍攝範圍內雜枝。
6		南澳站	LD93B	葉錦維	2021/10/7	327023	2691622	未設定定時拍攝，現場調整設定。
7		冬山站	LD88A	張登傑	2021/10/8	311750	2727606	相機運作狀況、架設角度與拍攝動物相皆良好。
8		冬山站	LD89B	游婉婷	2021/10/8	321355	2727129	相機運作狀況、架設角度與拍攝動物相皆良好。
9		台北站	LD01A	林祐詳	2021/10/18	309080	2789044	相機運作狀況、架設角度與拍攝動物相皆良好。
10		台北站	LD02B	吳明修	2021/10/18	318761	2770237	相機運作狀況、架設角度與拍攝動物相皆良好。
11		台北站	LD03A	吳明修	2021/10/18	314813	2772676	相機運作狀況、架設角度與拍攝動物相皆良好。
12		台北站	LD04B	張家稹	2021/10/20	327256	2774987	相機運作狀況、架設角度與拍攝動物相皆良好。
13		台北站	LD05B	黃志勇	2021/10/20	339633	2766281	未設定定時拍攝，現場調整設定。
14		台北站	LD06B	杜培誠	2021/10/20	313339	2769146	照片無畫面，疑似相機電線破損短路，因無可替換備用機，已做防水處理。

編號	林管處	工作站	相機編號	巡視人員	調整時間	X(97)	Y(97)	點位狀況與處理
15	羅東處	台北站	LD-LTMM-017	吳明修	2021/10/21	312711	2756065	相機外殼做防水處理、調整照片大小設定。
16		台北站	LD-LTMM-018	李家耀	2021/10/21	312922	2756041	調整照片大小設定。
17		台北站	LD-LTMM-019	張家稹	2021/10/21	313045	2756121	容易被獼猴扳歪，已鎖上角鋼並調整角度、調整照片大小設定。
18		台北站	LD-LTMM-020	李家耀	2021/10/21	312881	2755972	調整照片大小設定。
19		台北站	LD-LTMM-021	賴錦樑	2021/10/19	312929	2753654	相機(Keepguard 760)故障，因無備用機可替換，暫時撤回工作站除濕後再裝回。
20		台北站	LD-LTMM-022	賴錦樑	2021/10/19	312579	2753618	容易被獼猴扳歪，已鎖上角鋼並調整角度。
21		台北站	LD-LTMM-023	賴錦樑	2021/10/19	312704	2753824	誤設定為錄影模式，現場調整設定。

附錄六 自動相機教育訓練計畫書。

臺灣自動相機資訊系統 TaiCaT

2021 教育訓練計畫書

一、計畫背景：

過去國內自動相機資料欠缺整合的平台，也欠缺對相關調查計畫、拍攝影像及影片的管理機制，以致於難以整合不同計畫所收取的資料，也無法即時提供分析結果以支援及評估保育決策。隨著近幾年自動相機資料持續且快速地累積，對相關資料與資訊妥善地進行倉儲、管理與整合，便成為影響資料應用價值的重要關鍵。為此，於民國 107 至 108 年，農委會特生中心委託中研院 TaiBIF 團隊，建置完成「臺灣自動相機資訊系統」，提供一雲端資料整合及資訊管理平台，支援從自動相機影像檔案的倉儲、影像與計畫資訊的擷取及管理、計畫及資料的篩選與下載，到資料的分析及計畫的管考。

本案經 107、108 及本(110)年度三階段開發後，分別建置了資料庫網站及資料上傳介面，並優化了上傳的功能，加強資料的視覺化呈現，建立資料完善發布機制，以確保未來系統中的資料能成為生物多樣性開放資料的一部分，讓自動相機資料在鑑定和倉儲外，發揮更大的用處，展現資料管理系統的應用價值。

二、目的：

為傳達自動相機資訊系統設計理念及應用，本專案團隊將辦理教育訓練，以輔助林務局及承辦自動相機業務的相關單位，運用簡化版的資料上傳介面，導入系統操作至日常工作中，進而提升自動相機系統之效用及使用頻率。

三、辦理單位：

（一）主辦單位：行政院農業委員會 林務局

（二）承辦單位：中央研究院 生物多樣性研究中心 TaiBIF 團隊

四、實施對象：林務局各林區管理處、工作站等承辦自動相機業務相關人員（含委託研究團隊）。

五、實施日期及地點：

（一）台東林管處：10 月 27 日 14-16 時

（二）屏東林管處：10 月 28 日 14-16 時

（三）嘉義林管處：10 月 29 日 9-11 時

（四）東勢林管處：11 月 1 日 14-16 時

（五）南投林管處：11 月 2 日 10-12 時

（六）花蓮林管處：11 月 3 日 10-12 時

（七）新竹林管處：11 月 4 日 10-12 時

（八）羅東林管處：11 月 5 日 10-12 時

六、重要須知：

1. 本次不需線上報名，請統一向各林管處承辦人回報是否參加，總人數以不超過 30 人為原則。
2. 場地煩請各林管處承辦人協助借用各處之合適會議室，場地需求包含投影機及投影幕、Wifi 連線，可提供電腦者佳，若無則請參與人員自備筆電。
3. 電腦系統需求：僅支援作業系統 Windows 7 以上之電腦。
4. 系統需用 orcid 帳號登入，請先至 orcid.org 註冊。

七、聯絡人：

中研院 TaiBIF 團隊 劉璟儀 內容經理

email: melissaliu0520@gmail.com / 電話：02-27872220 分機 21

八、活動流程：

課程共兩小時，主要為讓大家學習於自己的電腦端使用新的資料上傳介面上傳及整理資料。

時長	授課主題	授課目標	授課重點
10 分鐘	資料流程簡介	了解自動相機資料從上傳到系統上的流程，以及參與的角色	資料流程、系統角色及權限
5 分鐘	上傳介面檔案安裝	學員安裝完畢上傳介面檔案以供後續課程使用	TaiBIF 團隊提供上傳介面安裝檔，引導學員安裝
15 分鐘	上傳介面功能說明	功能介紹	上傳介面現有功能介紹（匯入、檢視、編輯、上傳等）
70 分鐘	實際操作	資料上傳實作練習	帶學員運用範例檔案跟著步驟操作
10 分鐘	上傳資料檢視	於線上系統查看資料是否成功上傳	引導學員至線上系統查看已上傳的資料
10 分鐘	學員回饋	使用意見回饋	疑難排解及提供回饋意見

附錄七 自動相機教育訓練簽到表。

臺灣自動相機資訊系統 TaiCaT
2021 教育訓練—簽到表

時間：10 月 27 日（三）14:00–16:30
地點：台東林管處

編號	單位	職稱	簽名
-	中研院 TaiBIF	內容經理	劉景儀
-	中研院 TaiBIF	資訊人員	李宗穎
-	中研院 TaiBIF	資訊人員	[illegible]
-	中研院 TaiBIF	外聘人員	[illegible]
1	臺東林區管理處	秘書	[illegible]
2		技佐	簡銘治
3	成功工作站	技正	[illegible]
4	溪山工作站	技正	[illegible]
5	〃		陳剛義
6	台東處	技士	顏君靜
7	成功工作站	技術士	林建志
8	〃	〃	羅聰明
9	大武工作站	隊員	[illegible]
10	知本工作站		[illegible]
11	〃	技士	南珈令
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			

1101158

臺灣自動相機資訊系統 TaiCaT
2021 教育訓練—簽到表

時間：10 月 28 日（四）14:00–16:30
地點：屏東林管處

編號	單位	職稱	簽名
-	中研院 TaiBIF	內容經理	劉瑞儀
-	中研院 TaiBIF	資訊人員	李金穎
-	中研院 TaiBIF	資訊人員	李思賢
-	中研院 TaiBIF	外聘人員	張俊怡
-	國立屏東科技大學 野生動物保育研究所	副教授	翁國精
-	國立屏東科技大學 野生動物保育研究所	助理	沈祥仁 古馥宇
-	國立屏東科技大學 野生動物保育研究所		
1	潮州站	護管員	王聖棟
2	大龜站	護管員	劉[illegible]宏
3	〃	〃	陳[illegible]杏
4	屏科大野保所	助理	黃慎雯
5	〃	〃	吳立[illegible]
6	恆春站	護管員	王[illegible]賢
7	旗山站	〃	簡[illegible]
8	〃	〃	陳[illegible]
9	〃	〃	汪采[illegible]
10	旨[illegible]	技術	[illegible]
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			

1101158

臺灣自動相機資訊系統 TaiCaT
2021 教育訓練—簽到表

時間：10 月 29 日（五）10:00–12:30
地點：嘉義林管處

編號	單位	職稱	簽名
-	中研院 TaiBIF	內容經理	劉瑞儀
-	中研院 TaiBIF	資訊人員	李金穎
-	中研院 TaiBIF	資訊人員	李思賢
-	中研院 TaiBIF	外聘人員	徐俊昭
1	春起湖工作站	技正	賴非琴
2	阿里山工作站	技術士	方丰信
3	鰲口工作站	約僱護管員	江獻睿
4	育樂課	技佐	賴秉圻
5	玉井工作站	約僱護管員	吳守孝
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			

1101158

臺灣自動相機資訊系統 TaiCaT
2021 教育訓練—簽到表

時間：11 月 1 日（一）14:00–16:30
地點：東勢林管處

編號	單位	職稱	簽名
-	中研院 TaiBIF	內容經理	劉景儀
-	中研院 TaiBIF	資訊人員	李金穎
-	中研院 TaiBIF	資訊人員	李思賢
-	中研院 TaiBIF	外聘人員	張俊修
1	鞍馬山工作站	技士	劉政志
2	鞍馬山工作站	護管員	葉泇良
3	麗陽工作站	技士	賴平暐
4	育樂課	技士	范家鈺
5	麗陽工作站	護管員	陳英吉
6	〃	〃	~~[illegible]~~
7	雙崎工作站	技佐	黃俊華
8	墾山工作站	護管員	陳明輝
9	〃	技士	黃仲維
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			

1101158

臺灣自動相機資訊系統 TaiCaT
2021 教育訓練—簽到表

時間：11 月 2 日（二）10:00–12:30
地點：南投林管處

編號	單位	職稱	簽名
-	中研院 TaiBIF	內容經理	劉璟儀
-	中研院 TaiBIF	資訊人員	李宗勇
-	中研院 TaiBIF	資訊人員	[illegible]
-	中研院 TaiBIF	外聘人員	[illegible]
1	丹大工作站	約僱護管員	鄭[illegible]
2	竹山工作站	技佐	[illegible]文祺
3	埔里站	技術士	陳明[illegible]
4	埔里站	技術士	[illegible]志明
5	台中站	技佐	黃[illegible]佛
6	丹大站	技正	林[illegible]毅
7	埔里站	約僱護管員	余[illegible]峰
8	埔里站	約僱護管員	余[illegible]勤
9	丹大站	約僱護管員	蔡志[illegible]
10	埔里站	技正	蔣文[illegible]
11	育樂課	技士	林[illegible]穎
12	水里站	技士	王[illegible]
13	育樂課	技佐	陳巧森
14	育樂課	技士	[illegible]
15	育樂課	技正	高[illegible]
16	〃	技士	許[illegible]玫
17	〃	技士	陳奕天
18			
19			
20			
21			

1101158

臺灣自動相機資訊系統 TaiCaT
2021 教育訓練—簽到表

時間：11 月 3 日（三）10:00–12:30
地點：花蓮林管處

編號	單位	職稱	簽名
-	中研院 TaiBIF	內容經理	劉璟儀
-	中研院 TaiBIF	資訊人員	李金穎
-	中研院 TaiBIF	資訊人員	李旭恆
-	中研院 TaiBIF	外聘人員	張俊彥
1	花蓮林管處	技士	許正隆
2	花蓮林管處	約僱人員	廖廷豪
3	〃	技士	林毅孫
4	〃	約僱提管員	游培哲
5	〃		
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			

1101158

臺灣自動相機資訊系統 TaiCaT
2021 教育訓練—簽到表

時間：11 月 4 日（四）10:00–12:30
地點：新竹林管處

編號	單位	職稱	簽名
-	中研院 TaiBIF	代理執行長	端木茂甯
	中研院 TaiBIF	內容經理	劉璟儀
-	中研院 TaiBIF	資訊人員	李俊賢
-	中研院 TaiBIF	資訊人員	李金泉
-	中研院 TaiBIF	外聘人員	張俊昭
-	林務局	計畫承辦人	林立宗
1	長林站		吳華蓉
2	〃		丽百傳
3	〃	森林護管員	宋曉青
4	〃	森林護管員	陳楠仲
5	大溪站	〃	張雅婷
6	〃	〃	簡俊昇
7	〃	〃	趙[illegible]
8	〃	技正	張勇光
9	〃		
10	竹東		李建亮
11	新竹處	技佐	張俊傑
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			

1101158

臺灣自動相機資訊系統 TaiCaT
2021 教育訓練—簽到表

時間：11 月 5 日（五）10:00–12:30
地點：羅東林管處

編號	單位	職稱	簽名
-	中研院 TaiBIF	內容經理	劉燁儀
-	中研院 TaiBIF	資訊人員	李金穎
-	中研院 TaiBIF	資訊人員	李佩芳
-	中研院 TaiBIF	外聘人員	張倚恬
1	冬山站	技士	吳若宣
2	〃	約僱護管員	林明振
3	南澳站	技術士	林重山
4	南澳站	技佐	張祖[illegible]
5	南澳站	技術士	黃錦雄
6	礁溪站	技士	沈舒喬
7	太平山站	技士	林翔宇
8	〃	約僱護管員	李駿毅
9	〃	〃	宋恆廣
10	育樂課	技士	林育賢
11	育樂課	技士	蕭鈺霖
12	台北工作站	技術士	李家耀
13	〃	約僱	林書瑄
14	〃	技術士	江[illegible]
15	〃	約僱	杜培誠
16	〃	技術士	董志[illegible]
17	〃	〃	[illegible]
18	〃	技士	張[illegible]
19	〃	約僱	游佳堅
20	〃	技術士	張[illegible]
21	〃	技術士	黃明修

1101158

臺灣自動相機資訊系統 TaiCaT
2021 教育訓練—簽到表

時間：11 月 5 日（五）10:00–12:30
地點：羅東林管處

22	育樂課	技士	詹惠亭
23	育樂課	技工	吳明謙
24	台北站	約僱	林祐詳
25	電腦室	工程師	陳淯蕊
26	賴婉貞 治山課		賴婉貞
27			
28			
29			
30			

1101158

附錄八 自動相機資料庫系統單機介面回饋意見整理。

問題與建議	翁老師團隊建議	評估結果
大圖改為於編輯介面直接點選圖片後放大 (問卷回覆比例為 53.2%)	贊成 希望一口氣放到最大（全螢幕，不需文字資訊，但可以有前後張切換與回到編輯界面按鍵）	明年優化
放大圖後可以再局部放大(e.g. 如果有動物在角落不清楚時，可以針對 那個角落再放大看)	贊成 評估用滑鼠滾輪放大顯示	明年優化
影片鑑種是否要做在目前介面上?	否 目前開發僅考慮照片	暫不處理
影片僅記錄有出現過的物種，但需考慮影片上傳速度的問題(問卷回覆皆為五分鐘以內影片)	目前不考慮上傳影片，除了上傳速度之外，OI 的計算可能會有問題。但如果是林管處自行監測的計畫，就由林管處自行決定。	暫不處理
複製內容&複製物種功能的區別不清楚，是否保留複製內容功能就好	贊成	明年優化
單機版進入編輯改用 double click(原為空白鍵)	贊成	明年優化
輸入整點自動標註測試照，且連拍補齊時不會補齊標註為測試照的照片	贊成。但須注意測試照只能有一個固定的時間，並非整點都視為測試照。	明年優化
批次刪除或是更改計劃/樣區/相機位置 (要考慮權限)	只開放給計畫主持人修正，或是提供回報管道： cameratrap.taibif@gmail.com	明年優化
防呆:按上傳跳提醒，確認計畫、樣區、相機位置是否無誤	贊成	明年優化
如果已上傳到 A 計畫的資料夾，再重新上傳是否可以改為上傳到 B 計畫	希望可以。目前已知有些相機樣點是跨兩個不同計畫的。	明年優化

問題與建議	翁老師團隊建議	評估結果
上傳介面是否可以刪除線上照片	必要的話，由計畫主持人負責刪除，且不要做在上傳介面。	暫不處理
網頁版刪除重複照片的機制，包含網頁修改後單機版也修改的覆蓋問題解決方式	網頁版主持人看過後就禁止修改（以時間為主，如果照片是以禁止上傳的時間，請跟主持人聯絡）	明年優化
誤刪照片的恢復機制 單機版只能刪除複製出來的照片	防呆即可。誤刪應該只會發生在計畫主持人身上（刪除照片的權限只開放給計畫主持人），若真的誤刪再請人協助重新上傳	明年優化 (目前考慮僅用提醒視窗防呆)
可能有人辨識到一半，換另一人接手辨識，目前測試可以整包複製到另外一台電腦繼續編輯	請工程師決定即可	明年優化
計畫總管理人與承辦人可以調整相片時間	如果時間錯誤，請上傳者自行備註及通知計畫主持人。	暫不處理
每個計畫應該要上傳多少的上傳進度呈現，並管考照片繳交進度缺交原因	上傳進度條、備註欄（寫缺交原因）可以加入管考功能	今年持續調整
除了 Orcid 外是否要新增其他登入方式(例如 gmail)	贊成 嘗試 orcid 導到登入可以是中文版	明年優化
輸入資料的原則、影像定義與角色權限說明會（掛在單機介面上）	教學影片即可，應該不用辦說明會	暫不處理
台灣獼猴常常都是一大群數不出來正確隻數，之前是統一記錄一隻，看是否跟標註為群的就不計算(或是新增隻數欄位)	不建議增加隻數欄位。目前 OI 計算除非有 ID 資料，否則皆不考慮隻數。 如果同一個物種有好幾隻可以不用一定分開記錄。	暫不處理
鳥容易有一群的現象，可能進進出出連拍	沒關係，就都填鳥。	已確認
如果有獵人帶三隻狗，要算獵人一張還是獵人一張+狗三張	處理的習慣是填獵人，備註寫「帶狗」。只有完全無任何人在旁邊(包含獵人、遊客或巡山員)的遊盪犬才會填為「狗」。	已確認

問題與建議	翁老師團隊建議	評估結果
常常會有三連拍的照片，但中間只有一張有物種，這種情況需要三張都標物種嗎	是，採用連拍自動補齊即可。	已確認
空拍照都要保留(此為台東處回覆內容)	是	已確認
目前沒有必填欄位，學員不確定是不是只要填物種欄位就好	物種欄位設為必填。管考可以看出來物種沒有填，網頁跟介面都有提醒未填寫物種功能	今年持續調整

附錄九 期中審查意見與回覆。

委員	審查意見	回覆
王委員穎	未來如可能，可將食物資源的資料獨立呈現。	期末報告會將犬貓及食物資源的資料分開，食物資源的資料會獨立呈現。
林委員良恭	1. 建議有關表一之監測樣點是否以附錄方式呈現其點位，以提供更多研究單位參考。	有關點位公開與否，將與林務局討論後決定，若決定公開則以列表方式呈現。
	2. 有關犬貓共域之分析，是否考量以如鼬獾之分析，考量特殊點位了解那些地區或不同海拔高度之差異。	目前本研究發現北部地區犬隻 OI 值上升趨勢明顯，中部、南部、東部相對平穩。因此，本研究將台灣區分為北中南東四個區域，分別呈現野生動物與犬貓共域之比例，如圖 7-圖 14。
	3. 有關三種不同海拔高度之劃分，是否可說明以 1,000 公尺之依據，有無生態因素之參考，如植群或氣候等。	目前海拔之區分方式並無特別考量生態因素，僅將台灣之海拔分布以 1000 公尺為間距做區分。由於 3000 公尺以上之相機點位極少，因此最高海拔區間為 2000 公尺以上。未來將參考「台灣現生天然植群圖集」之台灣地區氣候分區圖，將相機點位依照不同氣候分區，分析各物種之相對豐度。然而受限於資料可獲性及資料量，可能無法在每種氣候分區及物種都有充足的資料可以分析。此分析因仍須收集 GIS 圖層，且分析耗時，預計將於明(111)年度進行。
	4. 有關狩獵活動之判定，以相機中出現獵人或巡護人員回報作為狩獵點位之依據，是否再考量有無其他因子？建議就原住民狩獵季節秋冬季時亦進行分析。	由於本研究相機之架設並非以原住民傳統領域為考量，因此多半不是位於傳統領域內，狩獵活動之記錄僅能依據相機拍攝結果及林務局巡護人員回報。原住民狩獵季節雖大部分集中於秋冬季，但亦因族別、部落、天候狀況而異，並無全台統一的狩獵祭節。若需各物種於不同季節之豐度資訊，可參考附錄一之各物種監測成果短評之圖 3「月平均 OI_3 之變化趨勢」。

1101158

林委員良恭	5. 自動相機資訊管理系統開發，建議應邀請不同單位執行人員試行系統狀況。	本研究已於每個林管處各辦理一場自動相機資訊系統之教學，收集回饋意見並據以改進系統。依據本研究開發此資訊系統初期之經驗，不同單位（林務局、特生中心、生態顧問公司...等）對於系統有不同之需求，難以整合於同一個系統中，造成開發初期的困難。因此，本研究與林務局檢討後決定以林務局之需求為優先，以林務局之需求開發此系統。待系統成熟之後，再逐步考慮加入其他單位之需求，以避免開發方向失焦而影響開發效率。