

111年度石虎族群密度變動監測計畫

Monitoring of leopard cat population fluctuation in 2022

成果報告



委辦單位：行政院農業委員會林務局

執行單位：國立嘉義大學

計畫主持人：劉建男 副教授

研究人員：顏全佑、羅丹笛

中華民國 112 年 2 月

摘要

石虎(*Prionailurus bengalensis*)是野生動物保育法所公告之瀕臨絕種保育類野生動物，目前主要族群分布在苗栗、臺中及南投的淺山地區。本計畫的目的在了解石虎族群密度變動及犬、貓、獵物資源對石虎族群密度的影響，同時蒐集石虎生殖資料。本研究在南投中寮地區設置 1 個 30 km² 的樣區，在每個 1x1 km² 網格選擇 1 個樣點，在動物通道兩側各架設 1 部紅外線自動相機，利用拍到的石虎照片來辨識個體。以 7 天為一個自動相機的捕捉回合，連續 9 個回合(63 天)為一個族群密度估算週期，將各樣點拍到的石虎個體製作捕捉史矩陣後，以空間直觀捕捉再捕捉法(Spatially Explicit Capture-Recapture)來估算族群密度。前期(2021 年度)研究自 2021 年 3 月 11 日至 11 月 17 日，每部相機共蒐集 4 個週期資料，本期(2022 年度)分析 2021 年 11 月 18 日至 2023 年 2 月 1 日，合計有 11 個週期共 330 個樣點-週期。結果顯示，30 個樣點中有 29 個有拍到石虎，研究期間所有樣點石虎平均 OI 值為 1.17，每個樣點石虎 OI 值與可辨識的個體數有顯著正相關。第一到第十一週期石虎族群密度估計值每 100 km² 分別為 22、25.4、32.3、26.4、28.4、28.2、28.6、32.7、43.6、71.9 及 52.4 隻。研究期間樣區記錄到 112 隻犬，犬與石虎日活動模式的重疊度為 0.56；同一個樣點連續兩次石虎出現的時間間隔，在沒有犬出現時(451.1±39.0 小時，n=397)顯著短於中間有犬出現(1,251.6±97.4 小時，n=152)；在至少有石虎或犬出現的 263 個樣點-週期中，兩者的 OI 值呈現顯著負相關。研究期間樣區記錄到 37 隻貓，貓與石虎日活動模式的重疊度高達 0.86；同一個樣點連續兩次石虎出現的時間間隔，在沒有貓出現時(577.8±34.5 小時，n=504)顯著短於中間有貓出現(1,735.6±293.2 小時，n=45)；在至少有石虎或貓出現的 244 個樣點-週期中，兩者的 OI 值呈現顯著負相關。食物資源豐富度與石虎的 OI 值變動的相關性分析結果顯示，鼠科鼠類與鼯形目與松鼠科 OI 值隨著石虎 OI 值上升而顯著的下降。綜合前人文獻中的圈養個體生殖紀錄及本研究野外拍攝到石虎幼獸的時間，臺灣地區石虎的育幼從 3 月至 11 月皆有紀錄。

Abstract

The leopard cat, *Prionailurus bengalensis*, is an endangered species under the Wildlife Conservation Act. Currently, the main populations of the leopard cat are distributed in the lowland areas of Miaoli County, Taichung City and Nantou County. The purpose of this project was to 1) understand the changes in density of the leopard cat over time, 2) investigate the effects of free-ranging dogs, cats, and prey abundance on density of the leopard cat, and 3) collect reproduction data of the leopard cat. We created a 30-km² study area in Zhongliao, Nantou County. In each 1x1 km² grid, we selected a camera site and deployed a pair of remote cameras on each side of the animal path. We identified individuals of the leopard cat based on the unique fur patterns. We used 7 days as an investigation session and 9 weeks as a density estimation period. We created a leopard cat capture history matrix and used the Spatially Explicit Capture-Recapture (SECR) to estimate the population density. From March 11, 2021, to February 1, 2023, data of 11 density estimation periods were collected and analyzed. The results showed that the leopard cat was found in 29 of the 30 grids. The average occurrence index (OI) value during the entire study period was 1.17. In each camera site, OI value of the leopard cat was positively correlated with the number of identified individuals. For the 11 periods, the estimated population densities of the leopard cat were 22, 25.4, 32.3, 26.4, 28.4, 28.2, 28.6, 32.7, 43.6, 71.9, and 52.4 individuals per 100 km². During the entire study period, 112 dogs were recorded. The overlap coefficient of daily activity between the dog and the leopard cat was 0.56. The average interval between two consecutive occurrences of the leopard cat without the presence of dog in between (451.1±39.0 h, n=397) was significantly shorter than that with the presence of dogs in between (1,251.6±97.4 h, n=152). We found that the OI values of the leopard cat was negatively correlated with the OI values of the dog. We recorded 37 cats during the study period. The overlap coefficient of daily activity between the cat and the leopard cat was 0.86. When cats occurred, the time that the leopard cat reoccurred significantly increased. The OI values of

the leopard cat was negatively correlated with the OI values of the cats. The OI values of small ground-dwelling mammals (rodents and shrews) and squirrels were negatively correlated with the OI values of the leopard cat. The leopard cat cubs with mothers were photographed from March to November.

目錄

一、前言	1
二、計畫目標	5
三、前年度研究成果摘要	5
四、重要工作項目及實施方法	7
五、結果	15
六、討論	51
七、結論與建議	57
八、參考文獻	59

圖目錄

圖1、樣區範圍及30個相機樣點(A1-A30)位置圖	8
圖2、每個樣點架設2部相機，拍攝石虎左右兩側的斑點及紋路	9
圖3、2021年3月11日至2023年2月1日，南投中寮樣區各樣點石虎出現頻度(OI值)	16
圖4、研究期間各週期石虎、犬與貓OI值的變動.....	18
圖5、2021年3月至2023年2月，在十一個週期內僅於一個週期有紀錄且僅拍到一次之個體及出現的相機點位.....	22
圖6、南投中寮地區於2021及2022年不同月份估算之石虎族群密度比較...25	
圖7、2021年3月至2023年2月，南投中寮樣區29個拍到石虎的樣點，每個樣點石虎OI值與該樣點可辨識石虎個體數之相關性.....	26
圖8、2021年3月11日至2023年2月1日，南投中寮樣區各相機樣點犬出現頻度(OI值)	29
圖9、2021年3月至2023年2月南投中寮樣區28個拍到犬的樣點，犬OI值與該樣點可辨識犬個體數散佈圖.....	30
圖10、2021年3月至2023年2月南投中寮樣區，石虎和犬之活動時間重疊機率密度.....	31
圖11、2021年3月至2023年2月南投中寮樣區，犬OI值高於平均值樣點(高犬OI)及犬OI值低於平均值樣點(低犬OI)之石虎日活動模式.....	32
圖12、犬出現對石虎連續兩次出現時間間隔之影響.....	33
圖13、2021年3月至2023年2月，28個有石虎及有犬分布的樣點，石虎與犬(群)OI值的分布圖.....	34
圖14、2021年3月至2023年2月，263個有石虎或有犬分布的樣點-週期，石虎與犬(群)OI值的分布圖.....	34

圖15、2021年3月11日至2023年2月1日，南投中寮樣區各樣點貓出現頻度 (OI值)	37
圖16、2021年3月至2023年2月南投中寮樣區21個拍到貓的樣點，貓OI值與 該樣點可辨識貓個體數.....	38
圖17、2021年3月至2023年2月南投中寮樣區，石虎和貓之活動時間重疊機 率密度.....	39
圖18、貓出現對石虎連續兩次出現時間間隔之影響.....	40
圖19、2021年3月11日至2023年2月1日，20個石虎與貓皆有分布的樣點， 石虎與貓的OI 值分布圖.....	41
圖20、2021年3月11日至2023年2月1日，244個石虎或貓有分布的樣點-週 期，石虎與貓的OI值分布圖.....	41
圖21、白鼻心出現對石虎連續兩次出現時間間隔之影響.....	42
圖22、研究期間石虎與不同食物資源的OI值週期變動.....	46
圖23、2021年3月至2023年2月，同時有石虎與鼠科鼠類及鼬形目的樣點-週 期，石虎與鼠科鼠類及鼬形目OI值關係圖.....	47
圖24、2021年3月至2023年2月，同時有石虎與松鼠科動物的樣點-週期，石 虎與松鼠科動物OI值關係圖.....	47
圖25、2021年3月至2023年2月南投中寮樣區石虎出OI值與雞舍危害場址分 布圖.....	48
圖26、中寮地區自動相機拍攝到母石虎攜帶幼獸的照片.....	50
圖27、石虎 OI 值與石虎族群密度估算值之回歸分析結果.....	53
圖28、推估台灣地區石虎之繁殖周期.....	56

表目錄

表 1、2021 年 3 月 11 日至 2023 年 2 月 1 日，南投中寮樣區各樣點石虎出現頻度(OI 值).....	17
表 2、2021 年 3 月至 2023 年 2 月南投中寮樣區 40 隻可辨識石虎在不同週期的紀錄.....	20
表 3、2021 年 3 月至 2023 年 2 月在中寮樣區 DENSITY 估算的石虎族群密度.....	23
表 4、2021 年 3 月至 2022 年 11 月，以每 18 週(126 天)為一個估算週期所估算的石虎族群密度.....	24
表 5、石虎與不同類群獵物 OI 值斯皮爾曼相關性分析之 P 值.....	45

附錄

附錄1、劉建男與陳宣汶(2020)在南投中寮地區所建立的兩個各 30 km ² 的樣區.....	66
附錄2、2021年3月11日至2023年2月1日在南投中寮樣區各樣點各物種的出現頻度指數(OI值)	67
附錄3-1、本研究第一週期(2021年3月11日至5月12日)捕捉史矩陣.....	72
附錄3-2、本研究第二週期(2021年5月13日至7月14日)捕捉史矩陣.....	73
附錄3-3、本研究第三週期(2021年7月15日至9月15日)捕捉史矩陣.....	74
附錄3-4、本研究第四週期(2021年9月16日至11月17日)捕捉史矩陣.....	75
附錄3-5、本研究第五週期(2021年11月18日至2022年1月19日)捕捉史矩陣.....	76
附錄3-6、本研究第六週期(2022年1月20日至3月23日)捕捉史矩陣.....	77
附錄3-7、本研究第七週期(2022年3月24日至5月25日)捕捉史矩陣.....	78
附錄3-8、本研究第八週期(2022年5月26日至7月27日)捕捉史矩陣.....	79
附錄3-9、本研究第九週期(2022年7月28日至9月28日)捕捉史矩陣.....	80
附錄3-10、本研究第十週期(2022年9月29日至11月30日)捕捉史矩陣.....	81
附錄3-11、本研究第十一週期(2022年12月1日至2023年2月1日)捕捉史矩陣.....	82
附錄4、2021年3月至2023年2月南投中寮樣區112隻可辨識犬隻在不同週期出現紀錄.....	83
附錄5、2021年3月至2023年2月南投中寮樣區37隻可辨識貓隻出現週期...86	
附錄6、期中報告審查意見回覆對照表.....	87
附錄7、期末報告審查意見回覆對照表.....	92

附圖

附圖 1、各研究石虎密度估算值.....	97
附圖 2、樣區內拍到配戴發報器的犬隻.....	98
附圖 3、特生中心野放並進行無線電追蹤的個體(永哥).....	98
附圖 4、特生中心野放並進行無線電追蹤的個體(盛哥).....	99
附圖 5、個體 L08(永哥)死亡後，3 個月後於其核心區域出現之新個體 (L40).....	99

一、前言

臺灣地區的石虎(*Prionailurus bengalensis*)為野生動物保育法所公告之瀕臨絕種保育類野生動物。雖然過去石虎曾廣泛分布在全島低海拔山區(Kano, 1930; McCullough, 1974)，但目前石虎族群主要分布在苗栗、臺中及南投的淺山地區(林良恭等, 2017)。石虎面臨棲地喪失及破碎化、路殺、雞舍危害遭獵捕、疾病及犬、貓競爭等諸多威脅(劉建男與陳宣汶, 2020)。在上述威脅持續存在的情況下，陳盈如(2020)以族群存續力分析(population viability analysis, PVA)預測石虎在未來 100 年的滅絕機率高達 94.7%。PVA 常被用來進行稀有物種的滅絕機率預測及探討影響該物種滅絕機率的重要因子(Morrison *et al.*, 2016; Fantle-Lepczyk *et al.*, 2018)，據以提供相關單位擬定保育措施。然而，PVA 預測的準確性取決於對物種生物學及生態學基礎資料的了解程度，一旦參數(例如族群密度或起始族群量)設定錯誤，模擬結果便可能產生極大的偏差。因此，加強物種的生物學及生態學研究，對瀕危物種的保育及保育政策的擬定至關重要。

近年來臺灣地區有許多石虎相關的調查或研究，包括地理分布(劉建男等, 2016；陳美汀等, 2019；陳美汀等2020b；李運金等, 2021)、威脅評估及減緩措施(林育秀等, 2018；姜博仁等, 2018；姜博仁等, 2019；姜博仁等, 2022)、推廣生態保育給付及友善農作(陳美汀等, 2020a; 2022)、活動範圍及棲地利用(Chen *et al.* 2016; 陳美汀等, 2019; 2022)及疾病(Chen *et al.* 2019)等。然而，有關石虎族群密度的研究較缺乏(劉建男與陳宣汶, 2020)。

野生動物族群密度的估計，常用的方法為捕捉-標記-再捕捉法(capture-mark-recapture)，但此方法捕捉動物的過程可能對動物產生緊迫，如使用侵入性的標記方式更可能造成動物的傷害(Schofield *et al.*, 2008)。許多野生動物身上具有獨特的斑點、花紋或角的缺刻等，可以作為個體辨識的工具，許多研究因此發展出利用自動相機的照片來辨識野生動物個體，並據以估算族群密度

的方法。以貓科動物為例，利用花紋或斑點作為個體辨識特徵，並以自動相機作為捕捉-再捕捉法來估算族群密度已在許多物種有過研究，例如華南虎(*Panthera tigris amoyensis*) (Karanth and Nichols, 1998)、虎貓(*Leopardus pardalis*) (Trolle and Kery, 2003)、獵豹(*Acinonyx jubatus*) (Marnewick *et al.*, 2008)、孟加拉虎(*Panthera tigris tigris*) (Wang and Macdonald, 2009)、美洲山獅(*Puma concolor*) (Kelly *et al.*, 2008; Rosas-Rosas and Bender, 2012)及豹貓(*Prionailurus bengalensis*) (Bashir *et al.*, 2013)等。一般而言，貓科動物在頭頸、軀幹及四肢的毛皮斑點或紋路通常具有較多變異(Karanth, 1995; Trolle and Kery, 2003; Wallace *et al.*, 2003; Jackson *et al.*, 2006; Karanth *et al.*, 2006; Bashir *et al.*, 2013)。

有關台灣地區石虎的族群密度及族群數量相關研究，最早為陳美汀利用無線電追蹤 6 隻石虎的活動範圍，並結合自動照相機拍攝照片進行石虎數量估算，推估苗栗通霄32 km²的研究樣區內約有7-10隻個體，換算石虎密度每100 km²約有21-31隻(陳美汀，私人通訊)。林良恭等(2017)蒐集石虎的分布點位，利用物種分布預測模型Maximum Entropy Model (MaxEnt)去預測石虎的可利用棲地，結果顯示有石虎分布的重要棲地面積為2,140 km²，以上述陳美汀推估的族群密度，全島石虎的族群量估計約有468-669隻。為建立臺灣地區石虎族群密度估算的方法，劉建男與陳宣汶(2020)在南投中寮地區設置兩個各30 km²的樣區，劃設1x1 km²的網格，每個網格選擇1個樣點架設兩部相機進行拍攝，以石虎左右兩側的斑點及花紋進行個體辨識。所辨識出的個體，分別以7日為一捕捉回合(Trolle and Kery, 2003; Kelly *et al.*, 2008)，將每隻個體被重複拍到的時間及地點(重複捕捉)製作捕捉史矩陣，該回合捕捉到個體記錄為1，未捕捉到個體記錄為0，以CARE-2軟體(Chao, 2001)估算不同的捕捉率模式(Otis *et al.*, 1978)下的族群數量。結果顯示，兩個樣區中，有石虎出現的樣點可辨識的石虎個體數量介於1到5隻之間，兩個樣區石虎族群數量估計值分別為

18-20隻及15-22隻。該研究以非空間直觀(Non-spatially explicit)方法進行族群密度估計，以最外圍相機形成的最小凸多邊形加上以石虎每日最大連續移動距離之半當作緩衝區(buffer zone)所計算的有效取樣面積(effective sampling area)之下，兩個樣區石虎族群密度估計值分別為34-38隻/100 km²及38-57隻/100 km²。然而，部分研究認為非空間直觀法以固定距離來計算緩衝區及有效取樣面積的方式，可能無法準確估計族群密度(Efford, 2004; Borchers and Efford, 2008)。顏全佑(2022)用劉建男與陳宣汶(2020)相同的數據，以空間直觀最大近似模型(Spatially explicit maximum likelihood model，以下以SECR法簡稱，Borchers and Efford, 2008)重新進行該兩樣區的族群密度估算，SECR不再以設定固定距離來計算有效取樣面積，而是以相機樣點離動物活動中心不同距離有不同捕獲概率的方式進行估計。結果顯示兩個樣區石虎族群密度估計值分別為49隻/100 km²及41.9隻/100 km²。顏全佑(2022)的結果亦顯示，兩個樣區中，每個相機樣點所辨識出的石虎個體數與該樣點的石虎出現頻度指數(OI值)皆呈現高度相關。單一樣點同時以兩臺相機進行拍攝及個體辨識，比僅用一臺相機在個體的辨識量最少可提升38.5%，在族群密度的估算上可提升20.5%。同樣使用單一樣點兩部自動相機拍攝的照片進行石虎個體辨識，並以SECR法估算石虎族群密度，李運金等(2021)在苗栗地區選擇五個樣區，估算的石虎族群密度分別為每100 km²有7、32、43、55及78隻(附圖1)；姜博仁等(2022)於2019-2021年間，在苗栗淺山地區的監測研究，以120天為1個估算週期，以SECR估算的石虎族群密度介於每100 km² 45-100隻之間。

劉建男與陳宣汶(2020)及顏全佑(2022)的研究結果顯示南投中寮地區兩個樣區在約2個月期間所估算的族群密度，但一個物種的族群密度可能受到掠食者(top-down control)、食物資源多寡(bottom-up control)、資源競爭者豐富度或個體出生、死亡、遷入、遷出等因子的影響。石虎族群密度是否有季節性的波動？如果有，

族群密度的波動是否受到上述因子的影響，相關資料闕如。

翁國精等(2021)的全島自動相機動物長期監測結果顯示，低海拔地區許多相機樣點同時記錄到石虎與犬或貓共域。犬、貓除了與石虎競爭食物及棲地外，犬亦可能攻擊石虎。舉例而言，2016年底，有民眾發現4隻流浪犬成群攻擊1隻石虎，2019年年初南投縣集集鎮有一隻小石虎陳屍路旁，特生中心石虎研究團隊確認是遭犬隻攻擊死亡，另2019年9月在南投縣中寮鄉有1隻雄性石虎亞成體遭犬隻攻擊死亡(林育秀，私人通訊)。此外，貓、犬帶原的病毒可能傳染給野生食肉目動物。裴家騏等(2011)顯示檢測的野生石虎中，感染犬瘟熱的比例高達77.8%。在路殺個體病毒分析也發現，部分石虎個體感染貓泛白血球減少症病毒，而石虎路殺個體犬小病毒感染率高達82.4% (Chen *et al.*, 2019)。Yen *et al.* (2019)在陽明山國家公園長達6年的研究結果顯示，遊蕩犬隻的活動會影響到原生哺乳類的相對豐富度及出現頻度。犬、貓對於石虎的影響值得關注。

亞洲豹貓以嚙齒目動物為主食，但也會取食鳥類、爬行類、兩生類、魚類及無脊椎動物(Watanabe *et al.*, 2003; Shehzad *et al.*, 2012; Lorica and Heaney, 2013; Lee *et al.*, 2014; Chua *et al.*, 2016)。臺灣石虎的食性研究中，在苗栗地區以排遺分析的研究發現石虎的食物以嚙齒目的鼠科最高(占39.4%)，鳥類次之(26.4%)，另有少部分臺灣野兔、鼯形目、爬行類、魚類及昆蟲(莊琬琪，2012)。東海大學及特生中心團隊近來針對南投地區石虎進行食性分析，亦顯示石虎以嚙齒目的鼠科為主食(占43.3%)，昆蟲次之(25.5%)(詹映萱、陳希、林良恭，私人通訊)。房兆屏(2016)利用自動相機資料，探討南投地區石虎及食物資源(赤腹松鼠、鼠科鼠類與鼯形目、雉雞科鳥類、臺灣野兔)在同一個相機樣點的出現與否是否有關，結果顯示石虎的出現與赤腹松鼠、鼠科鼠類與鼯形目的出現呈現正相關。然而，一個地區石虎與獵物之間的相對豐富度可能會呈現週期性的波動，取樣的時間不同可能會出現不同

的結果。因此，要探討石虎族群密度的變化是否受到食物資源的影響，需要蒐集長期的資料，才能得到較準確的分析結果。

二、計畫目標

本計畫延續前一年度(劉建男等，2021)的計畫，進行較長期的監測，目的在了解南投中寮地區石虎族群變動情形以及影響族群變動的原因，有下列四個目標：

- (一) 了解石虎族群密度隨時間的變動情形。
- (二) 了解犬、貓對石虎活動或族群密度的影響。
- (三) 了解石虎獵物相對豐富度變化與石虎族群密度變動的關係。
- (四) 蒐集野外石虎生殖相關的資料。

三、前(2021)年度計畫成果摘要

為了解南投中寮地區石虎族群密度是否隨時間產生波動及石虎族群密度是否受到犬、貓及獵物相對豐富度影響，劉建男等(2021)沿用劉建男與陳宣汶(2020)於2019-2020年在南投中寮地區設置的兩個30 km²的樣區之一，在30個1 km x 1 km的網格中，每個網格選擇1個樣點，在動物通道兩側各架設1部紅外線自動相機，利用拍到的石虎照片來辨識個體。該研究以7天為一個自動相機的捕捉回合，連續9個回合(63天)視為一個週期，將各樣點拍到的石虎個體製作捕捉史矩陣後，以SECR來估算族群密度。此外，針對犬或貓對石虎的影響，分別以(1)兩個物種日活動模式的重疊度、(2)犬或貓的出現是否會延長石虎出現的時間、及(3)兩個物種的出現頻度指數(OI值)是否相關來進行分析。食物資源的影響部分，分析石虎與各個食物類別(鼠科鼠類及鼬形目、松鼠科、雉雞科鳥類及全部食物資源)的OI值是否具有相關性。自2021年3月11日至11月17日，每部相機共蒐集4個週期資料，總共有120個樣點-週期。結果顯示，第一到第四週期估計之石虎族群密度分別為每100 km²有22、25.4、32.3及26.4隻。研究期間在樣區共記錄

到62隻犬及16隻貓。犬對石虎的影響部分，研究期間樣區犬與石虎日活動模式的重疊度為0.65(95%CI:0.58-0.72)；同一個相機樣點連續兩次石虎出現的時間間隔，在沒有犬出現之時間間隔為 363.1 ± 44.7 小時(n=132)，顯著短於中間有犬出現之時間間隔 $1,099.3\pm 111.1$ 小時(n=40)；OI值相關性分析部分，有44個樣點-週期犬跟石虎同時出現，兩者的OI值沒有顯著相關。貓對石虎的影響部分，貓與石虎日活動模式的重疊度為0.82(95%CI:0.73-0.9)；同一個相機樣點連續兩次石虎出現的時間間隔，在沒有貓出現時平均為 482.1 ± 46.9 (n=161)小時，顯著短於中間有貓出現時間間隔($1,297.9\pm 248.3$ 小時, n=11)，有12個樣點-週期有貓跟石虎同時出現，兩者的OI值沒有顯著相關。食物資源豐富度的分析結果顯示，在所有食物類別中，僅有松鼠科動物的OI值與石虎OI值變動呈現顯著正相關。另外，該研究記錄到野外石虎在5、7及11月有幼獸出現，綜合前人文獻中的圈養個體生殖紀錄及野外拍攝到石虎幼獸的時間，推測臺灣地區的石虎並無明顯的生殖季。

四、重要工作項目及實施方法

(一) 研究樣區

本計畫沿用劉建男等(2021)的樣區(圖1)。該樣區已有石虎分布及石虎辨識之基本資料。該樣區範圍以縣道139線為東及北界，國道3號為西界，省道臺16線為南界，全境為低海拔之丘陵地形，林相以次生林為主，鑲嵌零星的竹林、果園與住宅。該樣區劃設30個1km×1km網格(附錄1)，每個網格設置1個相機樣點(圖1)。部分樣點如A01、A08、A09、A16、A19、A23、A24、A26、A27、A28、A29、A30為稜線、廢棄登山步道或廢棄產業道路等較少人類活動之地區，林相多為次生林、竹林或無經營之人工林等。部分樣點如A02、A03、A04、A05、A06、A07、A10、A11、A12、A13、A14、A15、A17、A18、A20、A21、A22、A25等則與人類活動範圍較接近，週遭環境有果園、檳榔園、農舍及零星住宅等，林相多為人工林、廢棄果園等。

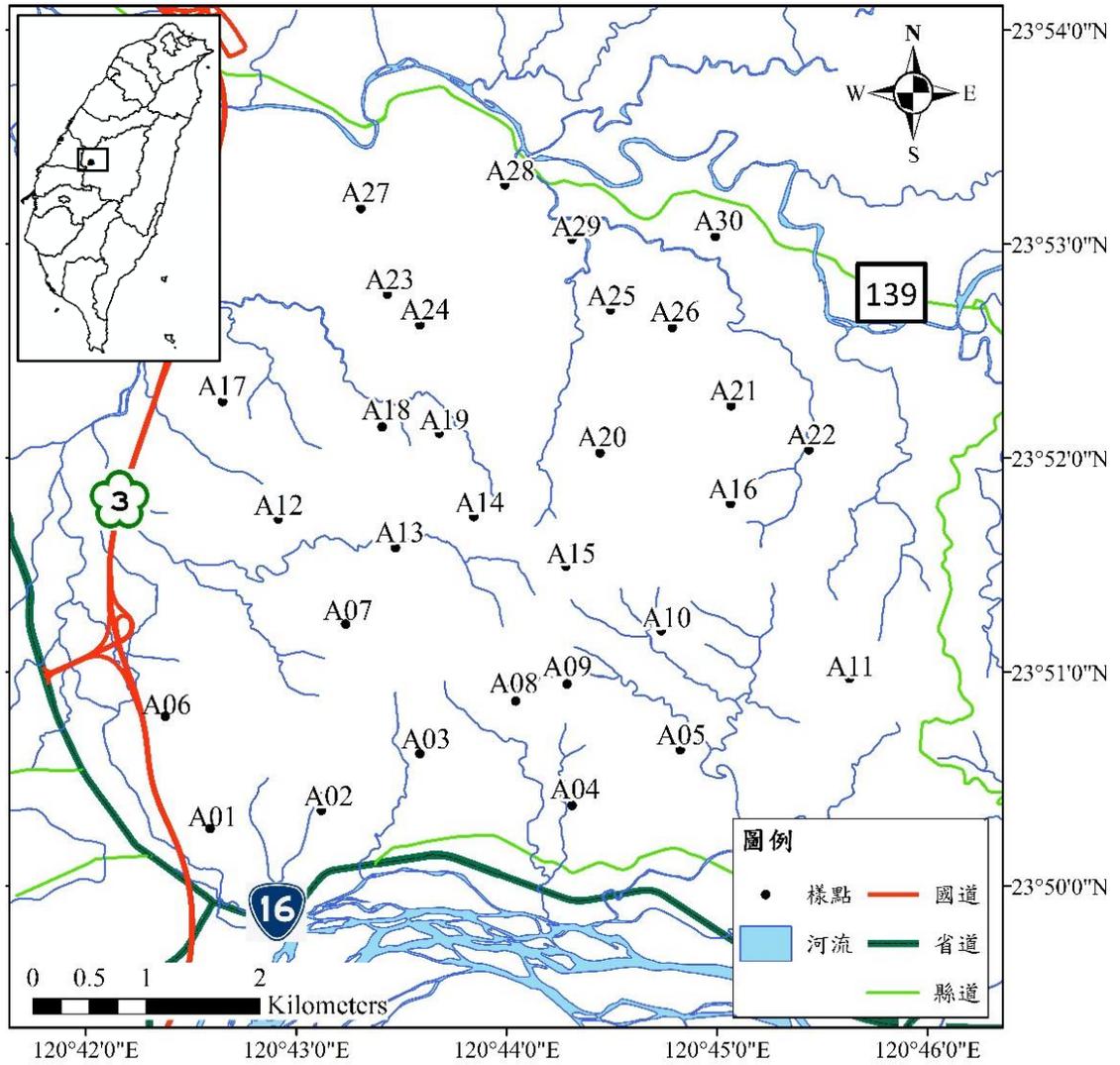


圖1. 樣區範圍及30個相機樣點(A1-A30)位置圖(圖引用自劉建男等，2021)。

(二) 自動相機設定

在樣區的30個網格中，每個網格設置1個相機樣點，在通道兩側各架設一部紅外線自動相機(Reconyx Hyperfire 2, Reconyx Inc. USA)，拍攝石虎個體左右兩側的照片。本研究相機架設高度控制在離地30 cm處水平拍攝(圖2)，可讓石虎側身紋路清楚呈現。相機設定為5連拍，照片拍攝無時間間隔。快門設為1/480秒，感光值(ISO)設定為3200，此設定可提升移動個體之清晰影像。當相機架設完成後，以手持 GPS(Garmin eTrex[®] 30, Garmin Co., Ltd. USA)記錄樣點座標，誤差值控制於5 m下，地理座標採用TWD97 (Taiwan Datum 1997)系統。



圖2. 每個樣點架設2部相機，拍攝石虎左右兩側的斑點及紋路(圖引用自劉建男等，2021)。

(三) 石虎及犬、貓個體辨識及族群密度估算

石虎側身紋路主要用來辨識的區域包括側身軀幹中段與肩部紋路，肩部斑塊通常較大且明顯；另前肢內側常有一至兩個大型扁狀斑塊，而側胸口常有一至數個斑塊。此外，前肢外側、後肢及臀部的紋路，多為細小的圓點狀斑，雖較不易記錄到明顯可辨識的特徵，但可輔助辨識。拍到的石虎照片先以頭到尾巴為軸，區分為左側身體照片或右側身體照片，每當有一筆新照片，將之與已辨識個體照片比較，若與已辨識個體具明顯可辨識特徵，歸類為同一隻，否則為不同隻，給予另一組個體編號，在後續的辨識過程如發現有誤則進行修正，持續累積個體資料並建立個體的資料庫(劉建男與陳宣汶, 2020)。部分石虎照片不夠清楚無法用來辨識個體，不納入後續密度估算之分析。

已辨識的個體，沿用劉建男等(2021)的方法，以 7 日作為單一捕捉回合，每一個相機樣點在單一捕捉回合期間有拍攝記錄為 1，沒有拍攝紀錄設為 0，並以 9 周為 1 個估算週期，將每隻個體在該週期被相機記錄到的樣點(地點)及回合(時間)建立個體捕捉史(individual capture history)矩陣，以空間直觀-最大近似模型(SECR)來估算族群密度(Borchers and Efford, 2008)。SECR 以相機樣點為中心，離相機不同距離的偵測率以偵測函數(Detection function)進行估計(Royle and Gardner, 2011)。本研究 SECR 的族群密度估算以 DENSITY 軟體(Efford *et al.*, 2004)執行，偵測函數分別以半常態函數(Halfnormal)、風險函數(Hazard)及負指數函數(Negative exponential)進行估算，並採用 Akaike 資訊準則值(Akaike information criterion, 以下以 AIC 簡稱)值最低的偵測函數來估算最大近似密度(Maximum likelihood density) (Bashir *et al.*, 2013)。

犬及貓部分，利用其身上的顏色、斑點及體型等特徵，進行個體辨識，並記錄不同個體的犬及貓在不同週期是否有出現。犬及貓不進行密度估算。

(四) 犬、貓對石虎活動或族群密度之影響

本研究以三種不同時空尺度的方法來探討犬、貓對石虎的可能影響：

1、活動時間的重疊度

本計畫將一日以 1 小時為單位切割成 24 個時段，計算每個物種在每一個小時的相對活動量(該時段有效照片總數/該物種全部有效照片數 $\times 100\%$ ，第一天及最後一天不足 24 小時的相片資料不列入分析)。將上述石虎、犬及貓每個小時拍到的有效照片數，先以核密度估計法(kernel density estimation) (Ridout and Linkie, 2009)去估算個別物種活動模式的機率密度函數(probability density function)，並分別計算兩個物種的活動重疊係數(coefficient of activity overlap, $\Delta 1$, Ridout and Linkie, 2009; Monterroso *et al.*, 2014)。兩個物種的活動重疊係數 $\Delta 1$ 介於 0 到 1 之間， $\Delta 1=0$ 代表兩個物種活動完全沒有重疊， $\Delta 1=1$ 代表兩個物種活動完全重疊。由於 $\Delta 1$ 數值代表的重疊程度的高跟低是主觀的認定，各研究不同物種可能有不同的認定，本計畫依照 Monterroso *et al.*, (2014)針對食肉目的定義方式，兩個物種活動重疊係數 $\Delta 1 < 0.5$ 視為低度重疊， $0.5 < \Delta 1 \leq 0.75$ 視為中度重疊， $\Delta 1 > 0.75$ 視為高度重疊。相關分析以 R 軟體執行。

如果石虎的活動會受到犬隻活動的影響，推測在犬隻較頻繁活動(OI 值較高)及較少活動(OI 值較低)的區域，石虎的日活動模式可能會不同。因此，本研究進一步將 30 個相機樣點犬的平均 OI 值為基準，區分犬 OI 值較高(>平均 OI 值)及犬 OI 值較低(<平均 OI 值)的樣點，探討石虎的日活動模式是否有差異。

2、石虎連續兩次出現的時間間隔

如果犬或貓在一個樣點的出現，會導致石虎在該樣點再次出現時間的延後，可以預期連續兩次石虎出現的時間間隔，在中間有犬出現的情形下會顯著長於沒有犬或貓出現的情形。本研究把每一個樣點石虎、犬及貓的出現時間記錄後，分別計算(1)沒有犬或貓出現的情況下，單一樣點連續兩次石虎出現的時間，(2)在石虎第一次出現後，中間出現犬或貓後，石虎再次出現的時間間隔。兩者是否有顯著差異以 Mann-Whitney U tests 進行檢定，顯著值設為 0.05。

連續兩次石虎出現的時間，可能會隨著相機樣點石虎相對豐富度(OI 值)的增加而縮短；因此本研究進一步將 30 個相機樣點石虎的平均 OI 值為基準，區分石虎 OI 值較高(>平均 OI 值)及石虎 OI 值較低(<平均 OI 值)的樣點，分別探討有無犬或貓出現的情況下，連續兩次石虎出現的時間間隔是否具有顯著差異。此外，以對石虎威脅較小的白鼻心為對象，用相同方法進行檢視。

3、兩個物種 OI 值變動的相關性

如果犬或貓在特定相機樣點的活動，會導致石虎降低在該樣點的活動頻度，預期犬與石虎(或貓與石虎)在特定樣點的 OI 值會呈現負相關。本研究 30 部相機、每部相機 11 個週期，共 330 個樣點-週期。分析時首先扣除沒有石虎出現的樣點(表示該樣點不是石虎的棲地)，接著在有石虎出現的樣點中，扣除同時沒有犬及石虎(或同時沒有貓及石虎)的樣點-週期後，以斯皮爾曼等級相關(Spearman's Rank-Order Correlation)進行分析。本研究將每小時內拍到、無法辨識為不同個體的同種動物照片視為同一筆有效照片，可辨識為不同個體則視為另一筆有效照片。犬常成群活動，因此除了以個體為單位計算 OI 值以外，亦以群為單位計

算。OI 值的計算為每 1,000 個相機工作小時的有效照片數(裴家騏、姜博仁, 2004)。計算全樣區平均 OI 值時, 先計算各樣點 OI 值再平均。

另外, 劉建男等(2021)在樣區內共記錄到 62 隻犬, 其中有 3 隻有配掛發報器(附圖 2), 推測是獵犬, 另有 14 隻有項圈, 應為家犬。本研究如記錄到獵犬, 呈現其出現點位。

(五) 石虎與食物資源之關係

本研究將石虎的主要食物分為鼠科鼠類及鼬形目(兩者在照片中難以準確區分, 因此合併計算)、松鼠科(赤腹松鼠及大赤鼯鼠)、地棲性鳥類(雉雞科、秧雞科)及全部食物資源(前述3類及兔形目相加)。樣區內臺灣野兔稀少, 因此不單獨進行分析。

為了解石虎與其獵物相對豐富度之間的關係, 本研究以有石虎分布的樣點, 去除同時沒有石虎及特定獵物類別的樣點-週期後, 以斯皮爾曼等級相關來進行石虎與其獵物OI值的相關性分析。OI值的計算方式與前述相同, 竹雞及深山竹雞的OI值以群為單位計算。

此外, 食物資源豐富度的變化對石虎的影響可能有時間上的延遲效應; 因此, 以每一個樣點-週期的石虎OI值與該樣點前一個週期的食物資源豐富度進行相關性分析。

此外, 將樣區範圍內及周圍曾發生石虎侵擾的雞舍與本研究相機分布進行套疊。

(六) 石虎生殖參數的蒐集

本計畫拍攝到石虎母獸攜帶幼獸的照片, 記錄出現的月份及幼獸的隻數, 並與劉建男等(2021)所蒐集之生殖或育幼資料進行彙整, 綜合探討野生石虎是否有明顯生殖季及每胎子代數等生殖相關資訊。

(七) 自動相機監測原始資料上傳

依照林務局「生態調查資料蒐集管理作業原則」，於提交期末報告前，至林務局指定之資料庫填寫並上傳本計畫之詮釋資料及生態調查原始資料，並繳交自動相機影像資料，內容包括：

1. 完整自動相機照片或動態影像：每個相機點位資料須個別壓縮成.zip 檔；可與文字資料（須為.csv 檔）一起壓縮於同一資料夾，惟僅能包含一筆.csv 檔，且.csv 檔資料筆數應與影片及照片數量總和相符。單一檔案最大不超過 2G。
2. 已辨識照片內物種文字資料：欄位名稱及內容格式如附件 3「自動相機文字資料必填欄位及格式範例」、「自動相機填寫物種名錄」（請轉為純文字.csv 檔）。
3. 外接硬碟須貼上標籤，寫上計畫全名及編號。
4. 相機相關資訊：相機位置名稱及座標、相機編號、相機工作開始及結束時間；座標系統應使用小數點格式（十進位制）之經緯度。

五、 結果

(一) 石虎族群密度的變動

1. 石虎及其他物種的相對豐富度

本計畫30個樣點60部相機於2021年3月11日完成架設，前(2021)年度完成2021年3月11日至5月12日(第一週期)、2021年5月13日至7月14日(第二週期)、2021年7月15日至9月15日(第三週期)、2021年9月16日至11月17日(第四週期)資料分析，本年度完成2021年11月18日至2022年1月19日(第五週期)、2022年1月20日至3月23日(第六週期)、2022年3月24日至5月25日(第七週期)、2022年5月26日至7月27日(第八週期)、2022年7月28日至2022年9月28日(第九週期)、2022年9月29日至2022年11月30日(第十週期)及2022年12月01日至2023年2月1日(第十一週期)資料分析。因本年度計畫為延續計畫，因此合併11個週期的資料進行分析與討論。

研究期間，每個樣點有效工作時數平均為16,632小時(693天)，除了人、犬及貓以外，共拍到11種可辨識到種的中大型野生哺乳動物(臺灣獼猴、石虎、食蟹獾、白鼻心、鼬獾、穿山甲、水鹿、臺灣野山羊、山羌、台灣野豬、臺灣野兔)、2種松鼠科(赤腹松鼠及大赤鼯鼠)、鼠科鼠類及鼩形目，其中以白鼻心相對豐富度最高(OI值=6.58)。野生鳥類記錄到36種，以翠翼鳩相對豐富度最高(OI值=5.58)，各物種在各樣點的出現頻度指數(OI值)如附錄2。

研究期間，30個樣點中有29個樣點有拍到石虎，僅有A06樣點沒拍到。所有樣點石虎的OI值如圖3及表1，有石虎的樣點OI值介於0.18到4.09之間，所有30部相機石虎平均OI值為1.17。第一到第十一個週期所有相機石虎平均OI值分別為0.57、1.17、1.10、1.81、1.52、1.65、1.19、0.97、1.17、0.97及0.71(圖4)，呈現微幅波動。

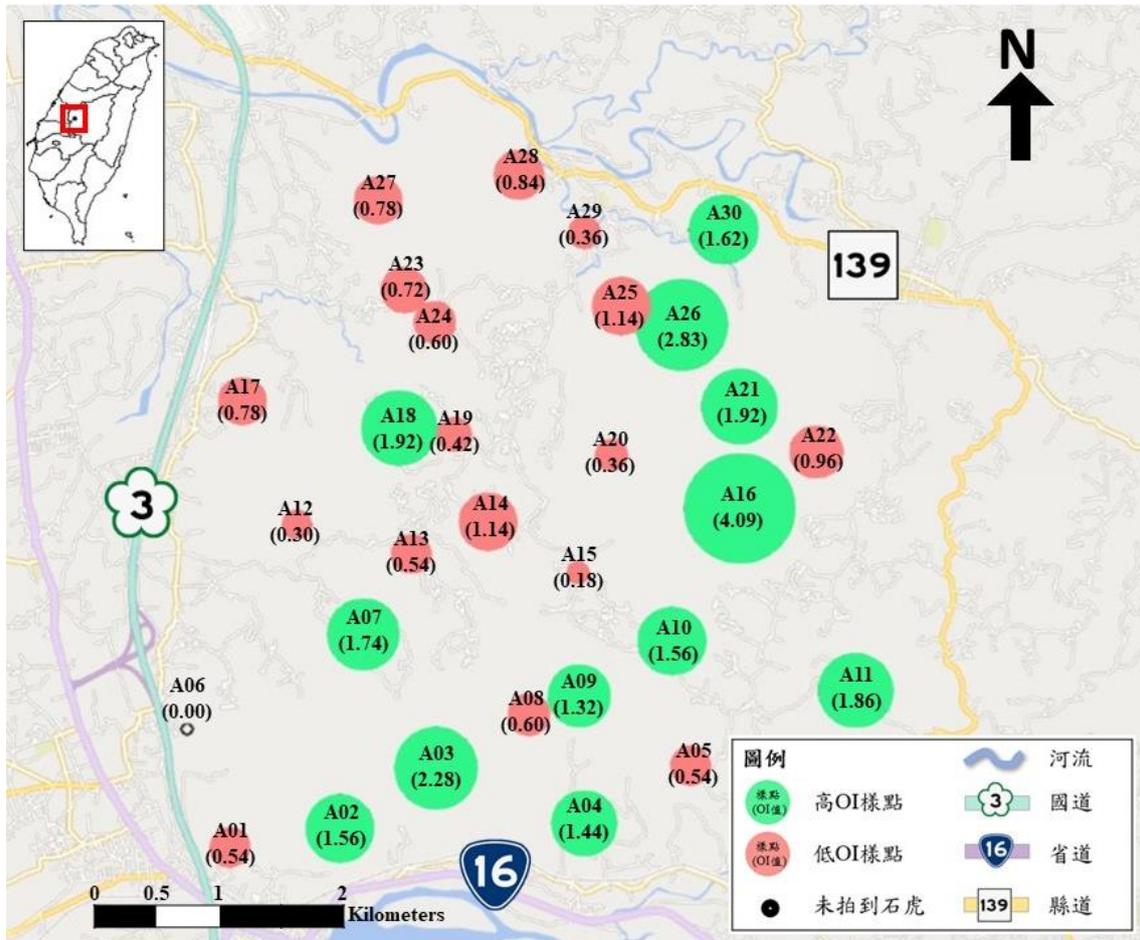


圖3. 2021年3月11日至2023年2月1日，南投中寮樣區各樣點石虎出現頻度(OI值)。綠色為OI值高於所有相機平均OI值(1.17)的樣點，紅色為OI值低於所有相機平均OI值(1.17)的樣點，黑色為沒有拍到石虎樣點。

表 1. 2021 年 3 月 11 日至 2023 年 2 月 1 日，南投中寮樣區各樣點石虎出現頻度(OI 值)

樣點	週期											合併
	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	
A01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.31	1.32	0.00	0.66	0.00	0.66	0.54
A02	0.66	1.98	1.32	1.98	2.65	1.98	3.31	0.00	2.65	0.66	0.00	1.56
A03	0.66	1.32	3.97	3.97	3.31	2.65	2.65	0.66	3.97	1.32	0.66	2.28
A04	0.66	0.00	0.66	2.65	2.65	0.00	0.66	2.65	2.65	3.31	0.00	1.44
A05	0.00	1.32	0.66	1.32	0.66	0.00	0.66	1.32	0.00	0.00	0.00	0.54
A06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A07	0.00	0.00	1.32	0.66	0.66	3.31	1.32	1.32	7.28	2.65	0.66	1.74
A08	0.00	0.00	0.66	0.66	0.00	0.66	0.00	0.66	0.66	2.65	0.66	0.60
A09	0.00	0.66	1.32	2.65	0.66	1.98	1.32	2.65	1.98	0.66	0.66	1.32
A10	0.66	1.98	0.66	3.97	1.98	2.65	1.98	0.66	0.66	0.66	1.32	1.56
A11	0.66	0.66	3.31	1.32	1.98	2.65	1.32	3.31	1.98	1.98	1.32	1.86
A12	0.00	0.00	0.00	1.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.66	0.00	0.66	0.30
A13	0.66	0.00	0.66	0.00	0.00	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	1.32	0.54
A14	0.66	2.65	0.66	1.32	0.00	1.98	3.97	0.00	1.32	0.00	0.00	1.14
A15	0.00	0.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.32	0.00	0.00	0.18
A16	0.00	7.94	3.31	9.26	7.28	5.95	3.31	1.98	3.31	1.98	0.66	4.09
A17	0.66	0.66	0.66	0.00	0.66	0.66	0.66	1.32	0.00	0.66	2.65	0.78
A18	1.32	0.00	1.32	1.98	1.32	3.97	1.98	1.32	0.66	3.31	3.97	1.92
A19	0.00	1.32	0.66	0.00	0.00	0.00	0.66	0.66	0.00	0.00	1.32	0.42
A20	0.00	0.66	0.66	1.32	0.00	0.66	0.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36
A21	2.65	0.66	0.66	1.98	7.28	5.29	1.32	1.32	0.00	0.00	0.00	1.92
A22	0.00	0.00	2.65	3.97	1.98	0.00	0.00	1.98	0.00	0.00	0.00	0.96
A23	1.32	1.32	0.66	0.66	1.98	0.00	0.66	0.00	0.66	0.66	0.00	0.72
A24	0.00	0.66	0.00	0.66	0.66	1.98	0.00	0.00	0.66	1.32	0.66	0.60
A25	2.65	1.98	1.98	1.98	0.66	0.66	1.32	0.00	0.66	0.66	0.00	1.14
A26	2.65	3.31	2.65	6.61	1.98	3.31	3.31	1.98	1.98	2.65	0.66	2.83
A27	0.00	0.00	0.66	0.00	0.00	1.32	0.66	1.98	0.00	1.32	2.65	0.78
A28	0.00	3.97	1.32	1.32	1.32	0.00	0.66	0.00	0.66	0.00	0.00	0.84
A29	0.00	0.00	0.66	0.66	1.32	0.66	0.00	0.66	0.00	0.00	0.00	0.36
A30	1.32	1.32	0.00	1.32	4.63	3.31	1.32	1.98	0.00	1.98	0.66	1.62
平均	0.57	1.17	1.10	1.81	1.52	1.65	1.19	0.97	1.17	0.97	0.71	1.17

註：第一週期為 2021 年 3 月 11 日至 5 月 12 日，第二週期為 2021 年 5 月 13 日至 7 月 14 日，第三週期為 2021 年 7 月 15 日至 9 月 15 日，第四週期為 2021 年 9 月 16 日至 11 月 17 日，第五週期為 2021 年 11 月 18 日至 2022 年 1 月 19 日，第六週期為 2022 年 1 月 20 日至 3 月 23 日，第七週期為 2022 年 3 月 24 日至 5 月 25 日，第八週期為 2022 年 5 月 26 日至 7 月 27 日，第九週期為 2022 年 7 月 28 日至 9 月 28 日，第十週期為 2022 年 9 月 29 日至 11 月 30 日，第十一週期為 2022 年 12 月 1 日至 2023 年 2 月 1 日。

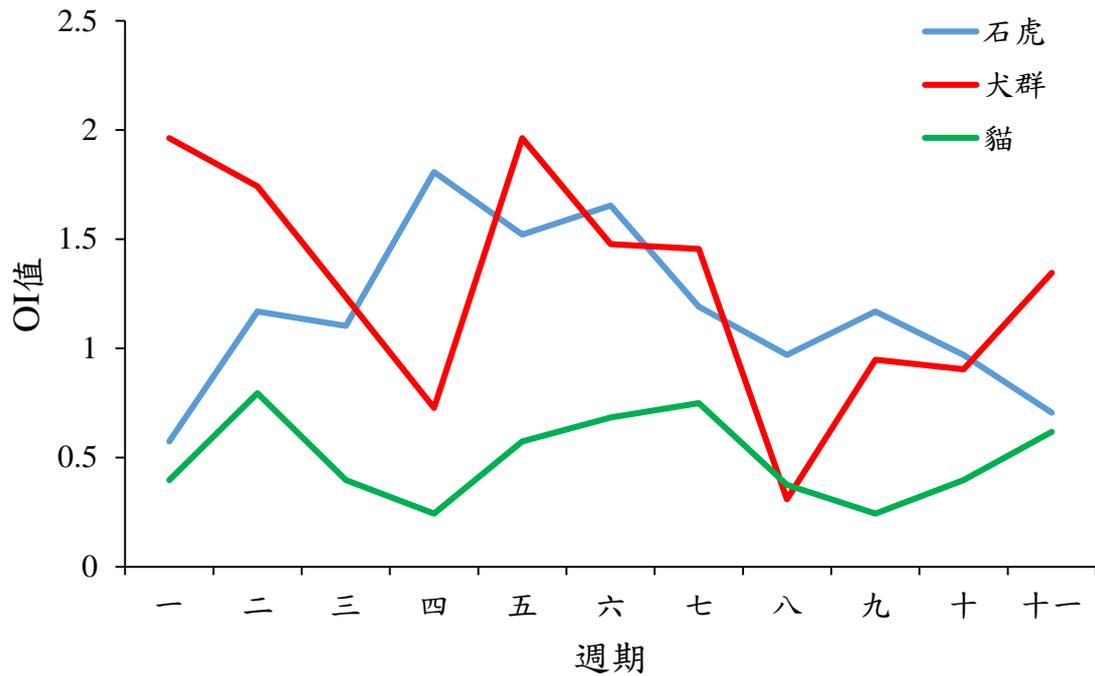


圖 4. 研究期間各週期石虎、犬(群)與貓 OI 值的變動。第一週期為 2021 年 3 月 11 日至 5 月 12 日，第二週期為 2021 年 5 月 13 日至 7 月 14 日，第三週期為 2021 年 7 月 15 日至 9 月 15 日，第四週期為 2021 年 9 月 16 日至 11 月 17 日，第五週期為 2021 年 11 月 18 日至 2022 年 1 月 19 日，第六週期為 2022 年 1 月 20 日至 3 月 23 日，第七週期為 2022 年 3 月 24 日至 5 月 25 日，第八週期為 2022 年 5 月 26 日至 7 月 27 日，第九週期為 2022 年 7 月 28 日至 9 月 28 日，第十週期為 2022 年 9 月 29 日至 11 月 30 日，第十一週期為 2022 年 12 月 1 日至 2023 年 2 月 1 日。

2. 各週期石虎族群密度變動

研究期間樣區內共記錄到40隻石虎個體，每隻個體在11個週期出現的結果如表2。這40隻個體中，有3隻在11個週期都有記錄，有2隻在9個週期有記錄，有5隻在8個週期有記錄，有3隻在7個週期有記錄，有6隻在6個週期有記錄，有1隻在5個週期有記錄，有2隻在4個週期有記錄，有2隻在3個週期有發現，有5隻在2個週期有記錄，另有11隻只出現在1個週期。其中僅出現在1個週期且僅拍到1次的個體共有9隻，多數出沒於樣區較邊緣的樣點(圖5)。

第一到第十一週期拍到的石虎有效照片數、可辨識出的石虎個體數、OI值及估算的族群密度值如表3，各週期的石虎個體捕捉史矩陣如附錄3。第一到第十一週期所估算的族群密度分別為每100 km² 22、25.4、32.3、26.4、28.4、28.2、28.6、32.7、43.6、71.9及52.4隻(表3)。第九到第十一週期有較多個體僅記錄到1次(附錄3-9至3-11)，可能因此在以捕捉-再捕捉法估算族群數量時有高估現象，導致族群密度高估。為減少因為每個密度估算週期時程較短(63天)導致部分石虎個體沒有或僅有1次再捕捉資料而造成的族群密度高估現象，本研究進一步以126天為一個週期重新進行族群密度估算，結果顯示5次的密度估算值分別為每100 km² 有28.9、28.2、30.5、31.6及42隻(表4)。

不同月份石虎族群密度可能有差異，本研究將2021年及2022年相同月份所估算之族群密度進行比較，結果顯示2022年的石虎族群密度比2021年略高(圖6)。

3. 每個相機樣點石虎OI值與隻數的相關性

合併11個週期的資料，石虎的OI值與可辨識的個體數呈現顯著正相關(斯皮爾曼等級相關係數 $r_s=0.817$, $P<0.001$, $n=29$ ，圖7)。

表 2. 2021 年 3 月至 2023 年 2 月南投中寮樣區 40 隻可辨識石虎出現之週期

個體 編號	週期										
	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一
L01	■										
L02	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
L03	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
L04	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
L05	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
L06	■										
L07	■										
L08	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
L09	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
L10	■										
L11	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
L12	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
L13	■										
L14	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
L15	■										
L16	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
L17	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
L18	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
L19	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
L20	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
L21	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
L22	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
L23	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
L24	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
L25	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
L26	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
L27	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
L28	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
L29	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
L30	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
L31	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
L32	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
L33	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

L34											
L35											
L36											
L37											
L38											
L39											
L40											
隻數	15	14	18	20	16	20	17	16	17	20	15
新個 體數		9	6	0	2	2	1	0	2	2	1
新個 體比 例(%)		62.3	33.3	0	12.5	10	5.9	0	11.8	10	6.7

註：編號 L08 及 L25 有追蹤項圈，分別為特生中心雞舍危害捕捉野放的個體「永哥」及「盛哥」

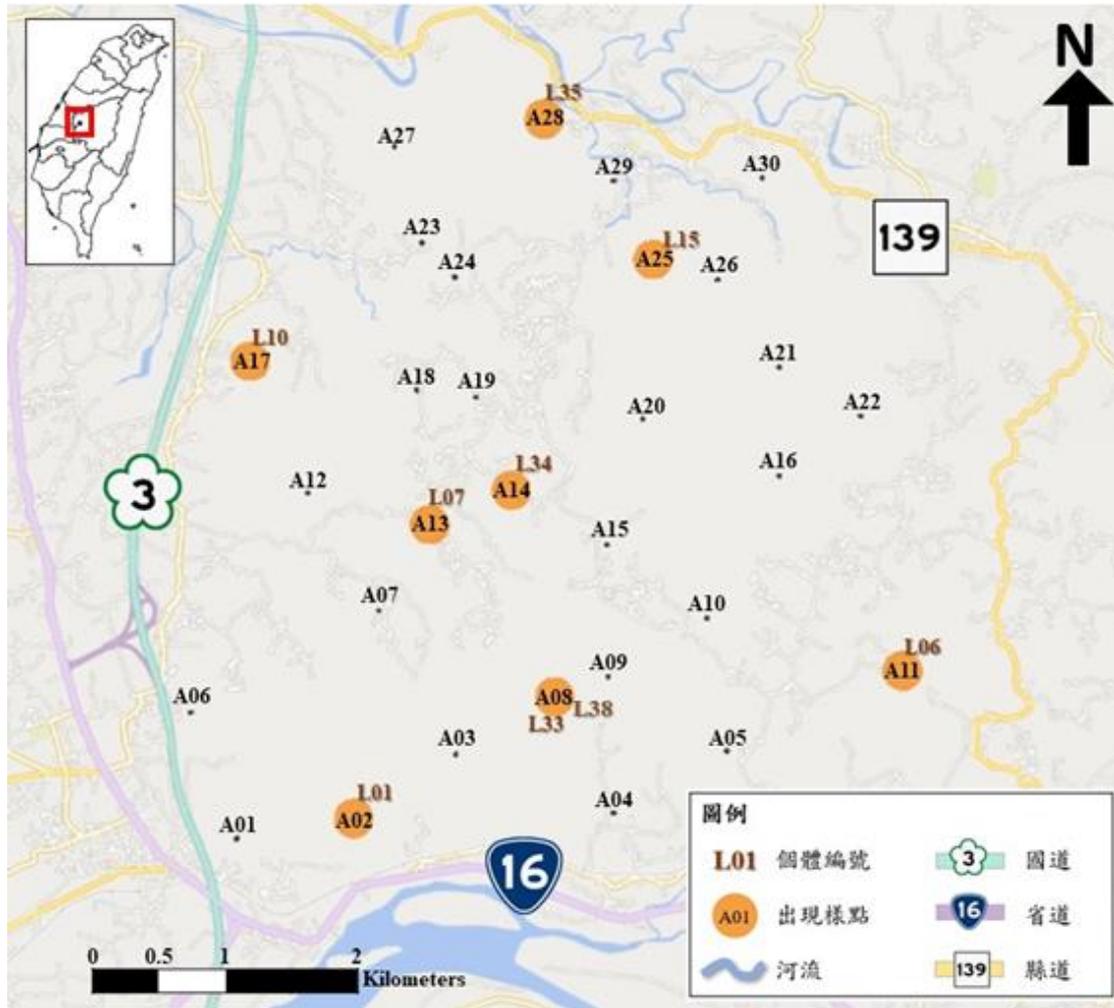


圖 5. 2021 年 3 月 11 日至 2023 年 2 月 1 日，在十一個週期內僅於一個週期有紀錄且僅拍到 1 次之個體及出現的相機點位。

表 3. 2021 年 3 月至 2023 年 2 月在中寮樣區 DENSITY 估算的石虎族群密度

週期	有效 照片數	可辨識 個體	OI 值	密度 (隻/100 km ²)	SE	95%CI
一	37	15	0.6	22	10.19	9.28-52.22
二	53	14	1.17	25.4	7.36	14.57-44.33
三	50	18	1.10	32.3	12.66	15.37-67.74
四	81	20	1.81	26.4	7.9	14.83-46.84
五	69	16	1.52	28.4	7.74	17.21-47.02
六	75	20	1.65	28.2	8.02	16.31-48.69
七	55	17	1.19	28.6	9.62	15.05-54.35
八	43	16	0.97	32.7	12	16.27-65.62
九	54	17	1.17	43.6	11.6	26.09-72.82
十	44	20	0.97	71.9	19.11	43.06-119.96
十一	33	15	0.71	52.4	17.1	28.11-97.76

註：各週期執行時間參考表 1。

表 4. 2021 年 3 月至 2022 年 11 月，以每 18 週(126 天)為一個估算週期所估算的石虎族群密度

週期	有效 照片數	可辨識 個體	OI 值	密度 (隻/100 km ²)	SE	95%CI
一-二	90	24	0.88	28.9	7.5	17.5-47.8
三-四	131	23	1.46	28.2	7.2	17.3-47.3
五-六	144	24	1.59	30.5	7.3	19.2-48.4
七-八	98	20	1.08	31.6	7.2	20.3-49.6
九-十	98	21	1.07	42.0	9.9	26.7-66.1

註：第一-二週期為 2021 年 3 月 11 日至 7 月 14 日，第三-四週期為 2021 年 7 月 15 日至 11 月 17 日，第五-六週期為 2021 年 11 月 18 日至 2022 年 3 月 23 日，第七-八週期為 2022 年 3 月 24 日至 7 月 27 日，第九-十週期為 2022 年 7 月 28 日至 11 月 30 日。

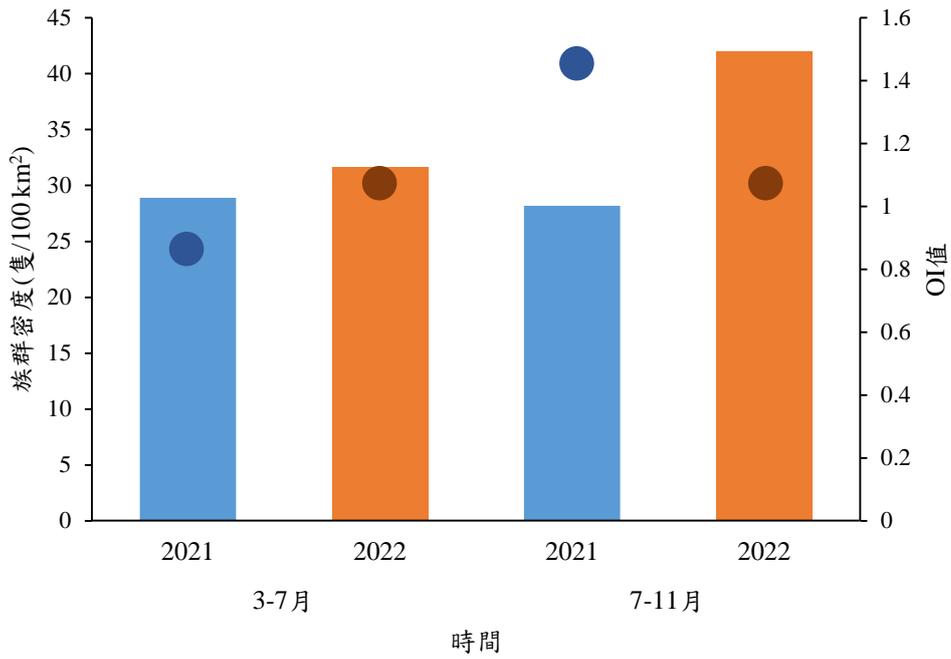


圖 6. 南投中寮地區於 2021 及 2022 年不同月份估算之石虎族群密度比較。族群密度以 126 天為一個週期進行估算。藍色為 2021 年，橘色為 2022 年；長條圖為族群密度，圓點為 OI 值。

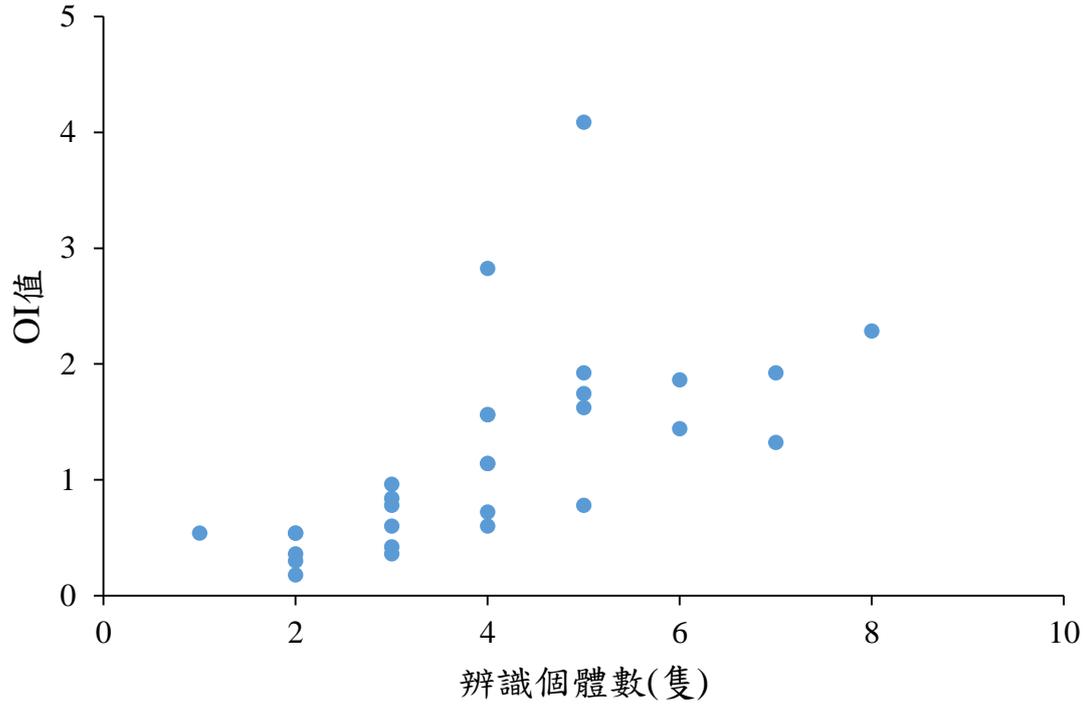


圖 7. 2021 年 3 月 11 日至 2023 年 2 月 1 日，南投中寮樣區 29 個拍到石虎的樣點，每個樣點石虎 OI 值與該樣點可辨識石虎個體數之相關性(皮爾森相關係數 $r=0.630$, $P<0.001$;斯皮爾曼相關係數 $r_s=0.817$, $P<0.001$, $n=29$)。

(二) 犬、貓對石虎活動或族群密度之影響

1. 犬的分布、OI值及個體數

前一(2021)年度計畫(2021年3月11日至11月17日)在26個樣點共記錄到62隻犬(劉建男等, 2021)。本年度自2021年11月18日至2023年2月1日, 新記錄到50隻犬。總計自2021年3月起在28個樣點共辨識出112隻犬(附錄四)。這112隻個體中, 共有2隻在8個週期中出現, 2隻在7個週期中有紀錄, 1隻在6個週期中紀錄, 有7隻在5個週期出現, 有4隻在4個週期記錄到, 有19隻在3個週期有發現, 有29隻在2個週期有紀錄, 另有48隻僅出現在1個週期。每個週期記錄到的犬的數量介於8-37隻之間, 每個週期新記錄的犬數量介於1-16隻之間, 新增比例則介於13%-53%之間, 平均為32.3%, 顯示研究樣區內每週期約有1/3的犬為新增個體(附錄四)。

至少38隻犬頸部有不同顏色尼龍繩或頸圈, 推測是家犬, 有5隻(編號D45、D48、D50、D54及D76)頸部掛有發報器, 推測為獵犬, 其他則無項圈。獵犬出現在A01、A08、A18、A19、A22、A23等6個樣點, 但每個樣點皆僅出現過1次或2次, 資料不足因此本研究不針對獵犬的出現是否對石虎有影響進行分析。

有犬的28個樣點中, 犬(群)的OI值介於0.12到9.86之間, 平均為1.28, 犬(隻)的OI值介於0.12到13.89之間, 平均為2.16(圖8, 附錄2)。每一個週期全部樣點犬(群)平均OI值介於0.31-1.98之間(圖4), 波動幅度較石虎大。

每個樣點犬的數量介於1到25隻之間, 犬(群)OI值隨可辨識的個體數增加而上升(皮爾森相關 $r=0.507$, $P=0.006$; 斯皮爾曼等級相關 $r_s=0.660$, $P<0.001$, $n=28$), 犬(隻)OI值與個體數亦為顯著正相關(皮爾森相關 $r=0.602$, $P=0.001$; 斯皮爾曼相關 $r_s=0.733$, $P<0.001$, $n=28$)(圖9)。犬(隻)OI值與個體數的相

關係數較犬(群)為高。

2. 犬與石虎日活動模式的重疊度

日活動模式重疊度部分，全部樣點資料合併分析，石虎以夜間活動較多、犬則以日間活動較多，石虎和犬的活動重疊度為0.56(95%CI: 0.46-0.56)，屬於中度重疊(圖10)。如以樣點犬(群)的平均OI值(1.28)為切點區分，在犬OI值高於平均值樣點及犬OI值低於平均值樣點之石虎日活動模式如圖11，兩者活動模式類似，重疊度達0.89。

3. 犬對石虎連續兩次出現的時間間隔的影響

石虎連續兩次出現時間間隔，在沒有犬出現的情況下平均為451.1±39.0小時(n=397)，顯著低於有犬出現時的平均間隔1,251.6±97.4小時(n=152)($P<0.001$ ，圖12)。為了解犬出現對於石虎出現時間的影響是否受到樣點石虎相對豐富度的影響，以所有樣點石虎平均OI值(1.17)為切點區分，在石虎OI值高於平均值之樣點，石虎連續兩次出現時間間隔在沒有犬出現時平均為350.2±25.1小時(n=299)，顯著低於有犬出現時之間隔(733.5±65.4小時，n=89、 $P<0.001$)；在石虎OI值低於平均值之樣點，石虎連續兩次出現時間間隔在沒有犬出現時平均為758.8±133.9小時(n=98)，顯著低於有犬出現時之間隔(1,983.4±180.0小時，n=63、 $P<0.001$)。這結果顯示，不管在石虎高密度或低密度的樣點，石虎皆會因為樣點有犬出現而延後在該樣點出現的時間。

3. 犬及石虎OI值變動的相關性

各樣點石虎與犬OI值的相關性分析結果顯示，30個樣點中，同時記錄到石虎及犬的有28個，有石虎沒有犬的有1個，兩個物種都沒記錄到的有1個。這28個同時有石虎跟犬的樣點，研究期間石虎的OI值與犬(群)的OI值沒有顯著相關(斯皮爾曼相關 $r_s=-0.111$ ， $P=0.575$ ，n=28，圖13)。

每個相機樣點石虎的OI值變動大(表1)，因此進一步以這28個兩個物種都有分布的相機樣點資料，以每個樣點-週期為單元進行分析，至少有犬或石虎出現的263個樣點-週期中，石虎與犬(群)OI值有顯著負相關($r_s=-0.142$, $P=0.021$, $n=263$ ，圖14)，顯示石虎的活動頻度有受到犬活動的影響。

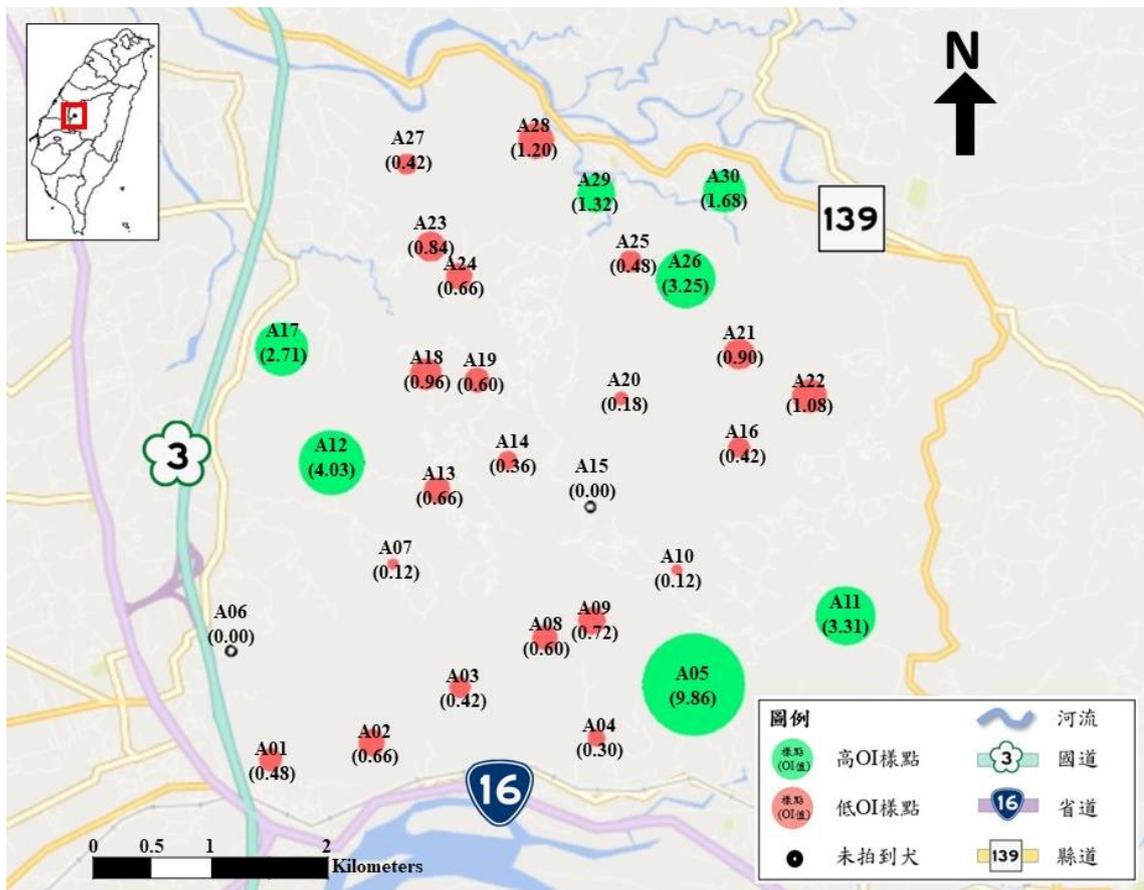


圖8. 2021年3月11日至2023年2月1日，南投中寮樣區各相機樣點犬出現頻度(群OI值)。綠色為OI值高於所有相機平均OI值(1.28)的樣點，紅色為OI值低於所有相機平均OI值(1.28)的樣點。

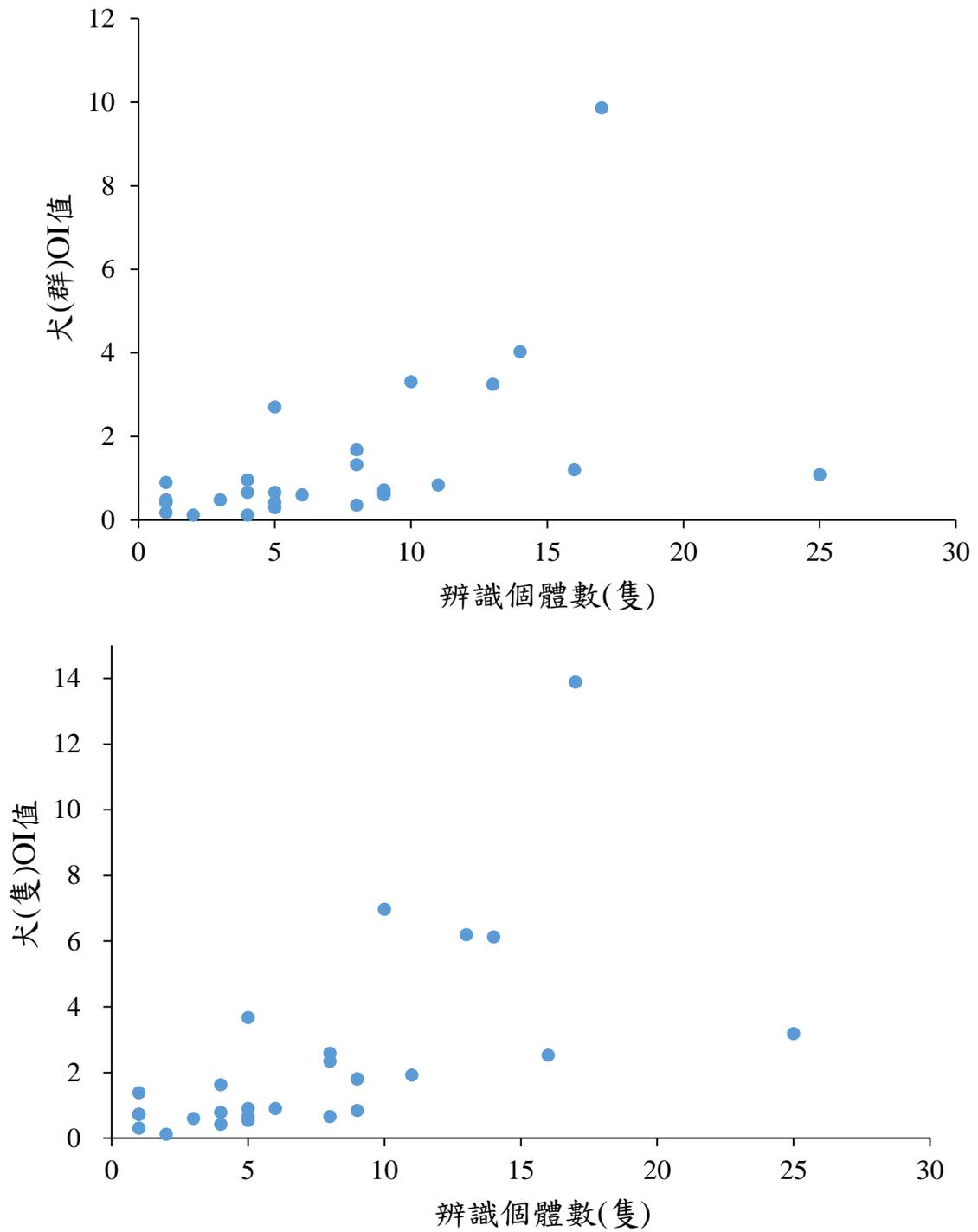


圖 9. 2021 年 3 月至 2023 年 2 月南投中寮樣區 28 個拍到犬的樣點，犬 OI 值與該樣點可辨識犬個體數之散佈圖。上圖為以犬群計算的 OI 值(皮爾森相關 $r=0.507$, $P=0.006$ ；斯皮爾曼相關 $r_s=0.660$, $P<0.001$, $n=28$)，下圖為以犬隻計算的 OI 值(皮爾森相關 $r=0.602$, $P=0.001$ ；斯皮爾曼相關 $r_s=0.733$, $P<0.001$, $n=28$)。

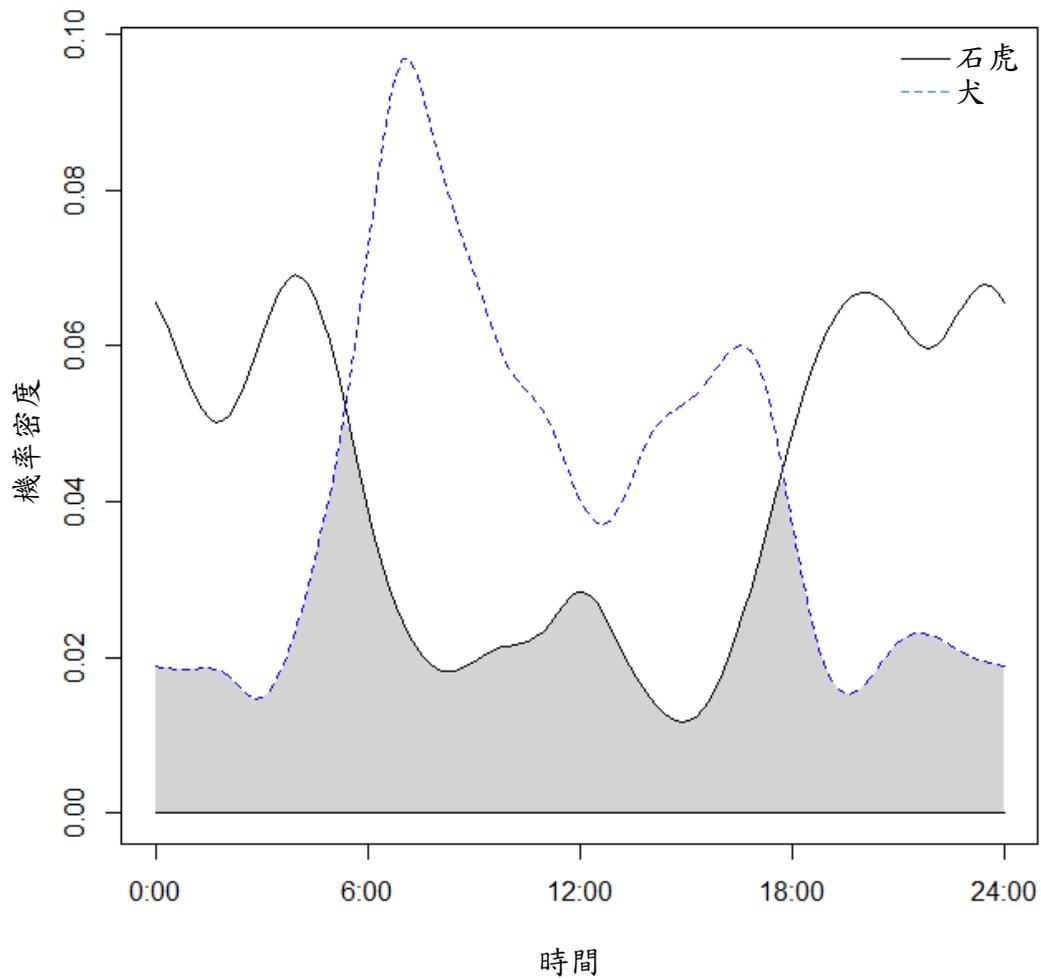


圖10. 2021年3月至2023年2月南投中寮樣區，石虎和犬之活動時間重疊機率密度，其重疊係數為0.56(95%CI: 0.46-0.56)。石虎有效照片數582筆，犬(群)有效照片數638筆。

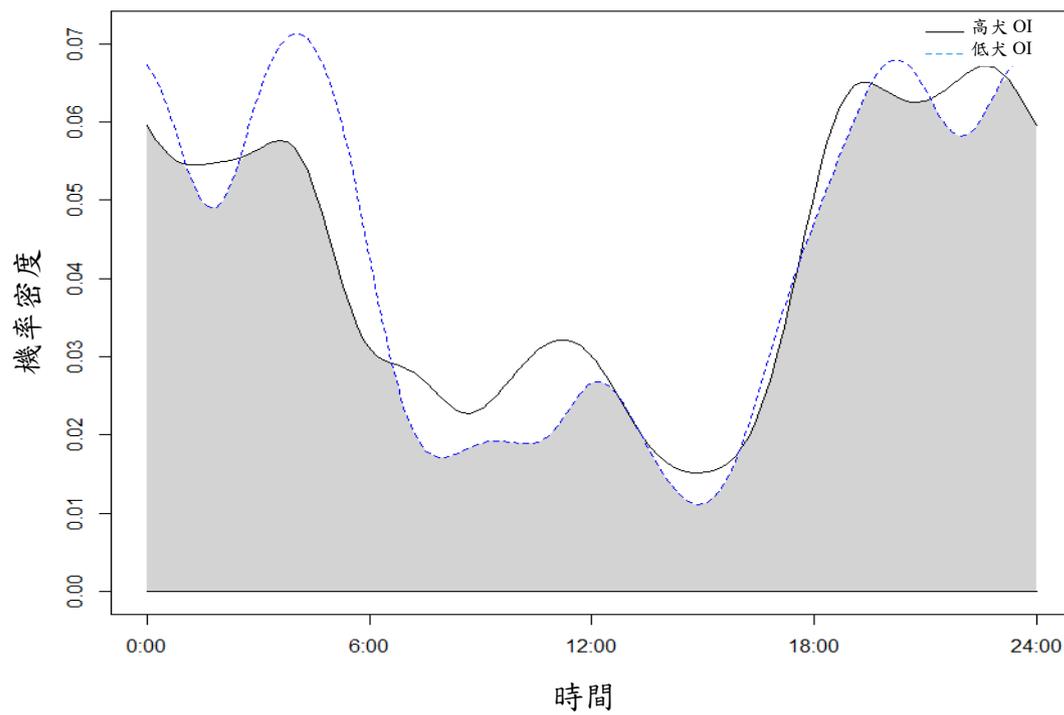


圖11. 2021年3月至2023年2月南投中寮樣區，犬OI值高於平均值樣點(高犬OI)及犬OI值低於平均值樣點(低犬OI)之石虎日活動模式。

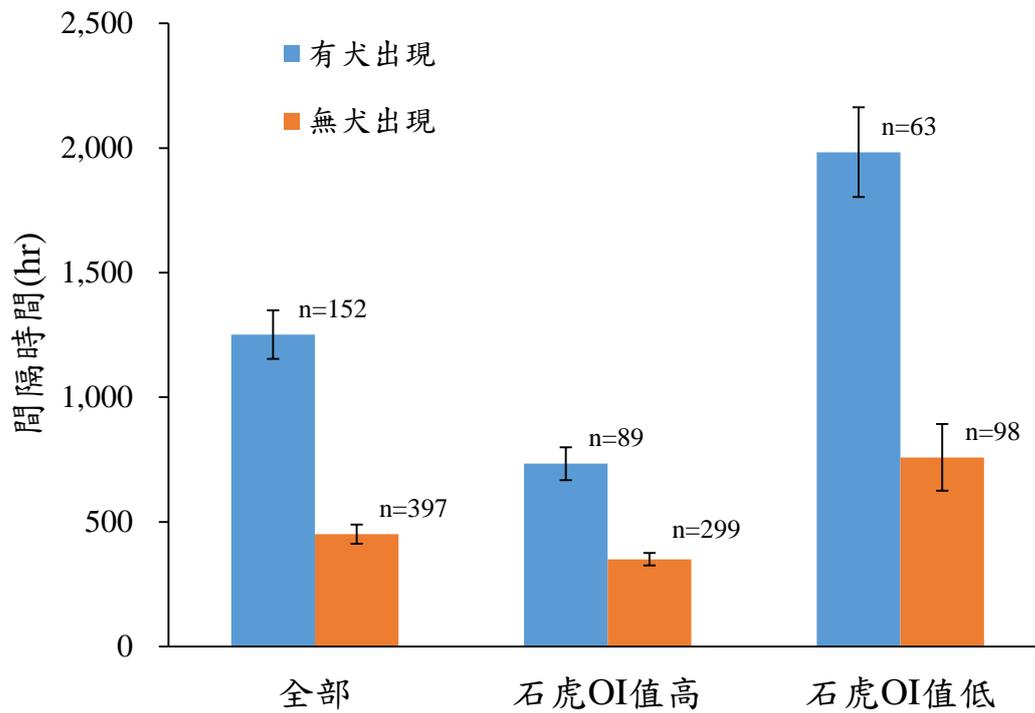


圖12. 犬出現對石虎連續兩次出現時間間隔之影響。全部樣點、石虎OI值高於平均的樣點及石虎OI值低於平均的樣點，兩者皆有顯著差異 (所有 $P < 0.001$)，n為該項目的樣本數。

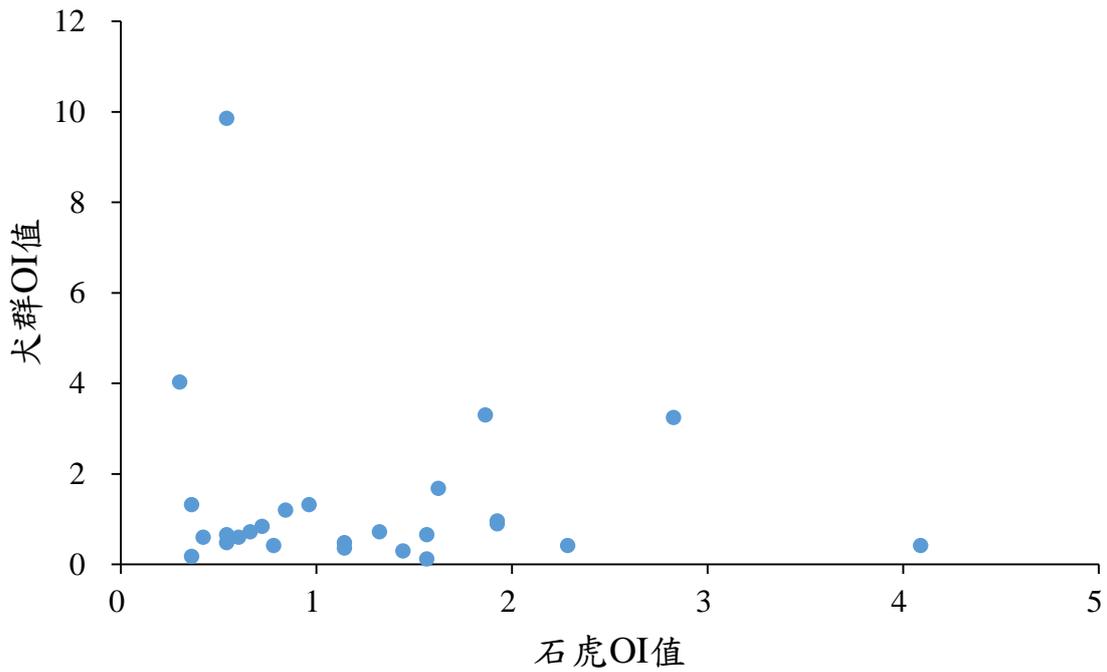


圖 13. 2021 年 3 月 11 日至 2023 年 2 月 1 日，28 個有石虎及有犬分布的樣點，研究期間石虎與犬(群)OI 值的分布圖(斯皮爾曼等級相關 $r_s=-0.111$, $P=0.575$, $n=28$)。顯示以較長時間尺度資料分析，各樣點犬(群)與石虎 OI 值無顯著相關。

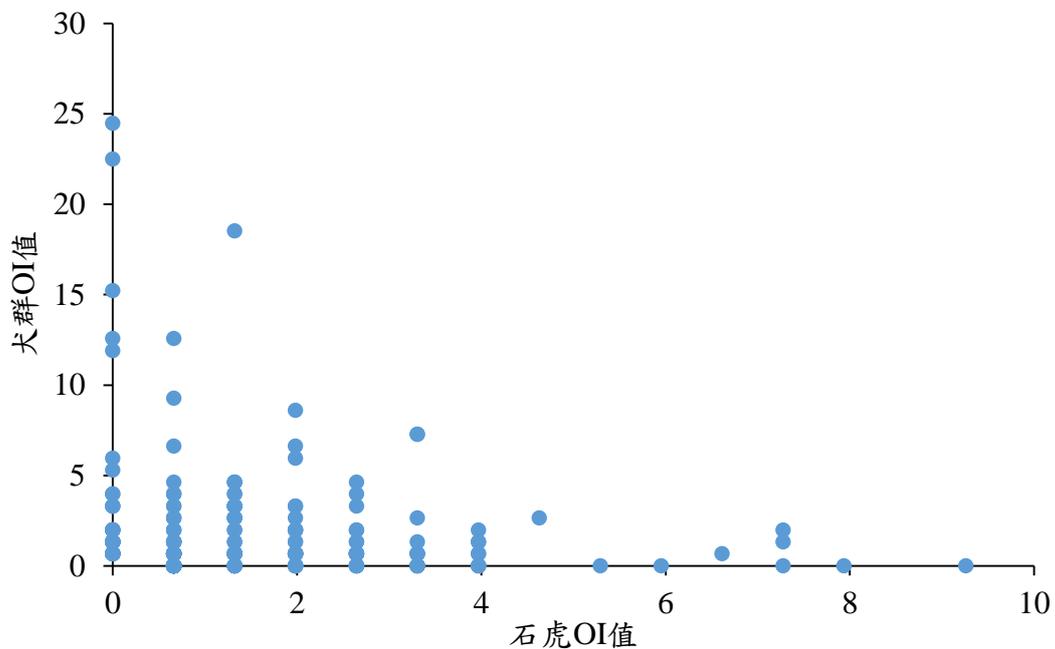


圖 14. 2021 年 3 月 11 日至 2023 年 2 月 1 日，在石虎曾出現的樣點中，263 個至少有石虎或犬出現的樣點-週期，石虎與犬(群)OI 值的分布圖($r_s=-0.142$, $P=0.021$, $n=263$)。顯示以較短時間尺度資料分析，各樣點石虎 OI 值隨犬(群)OI 值增加而顯著下降。

4. 貓的分布、OI值及個體數

前(2021)年度在樣區內11個樣點記錄到16隻貓。本年度新紀錄到21隻貓，總計自2021年3月11日至2023年2月1日在樣區內21個樣點共辨識出37隻不同的貓(附錄五)。其中，有1隻在6個週期中出現，有4隻在5個週期中有記錄到，有2隻在4個週期都有記錄到，有2隻在3個週期有發現，有7隻在2個週期有紀錄，另有21隻只出現在1個週期。

記錄過貓的21個樣點中，貓的OI值介於0.06到6.61之間(圖15，附錄2)，貓的OI值隨著可辨識的個體數增加而顯著上升(斯皮爾曼等級相關係數 $r_s=0.598$, $P=0.004$, $n=21$) (圖16)。研究期間各週期所有樣點貓的平均OI值介於0.24-0.79之間(圖4)，呈現微幅的波動。

5. 貓對於石虎在不同時空尺度的影響

(1) 貓與石虎日活動模式的重疊度

日活動模式重疊度部分，石虎和貓皆以夜間活動較多，石虎與貓的日活動時間重疊度為0.86(95%CI: 0.79-0.90)，屬於高度重疊(圖17)。

(2) 貓出現對於石虎連續兩次出現時間間隔的影響

貓出現對石虎連續兩次出現時間間隔的影響分析，在沒有貓出現時，連續兩次石虎出現的時間間隔平均為 577.8 ± 34.5 小時($n=504$)，顯著低於有貓出現時的時間間隔 $1,735.6 \pm 293.2$ 小時($n=45$) ($P<0.001$) (圖18)。這結果顯示石虎會因為樣點有貓的出現而延後在樣點出現的時間。

為了解貓出現對於石虎出現時間的影響是否受到樣點石虎相對豐富度的影響，以所有樣點石虎平均OI值(1.17)為切點區分，在石虎OI值高於平均值之樣點，石虎連續兩次出現時間間隔在沒有貓出現時平均為 414.1 ± 25.4 小時($n=365$)，顯著低於有貓出現時之間隔 819.9 ± 144.8 小時($n=23$) ($P<0.001$)；在石虎OI值低於平均值之樣點，石虎連

續兩次出現時間間隔在沒有貓出現時平均為 $1,007.7 \pm 97.0$ 小時 ($n=139$)，顯著低於有貓出現時之間隔 $2,692.9 \pm 510.1$ 小時 ($n=22$) ($P < 0.001$)。這結果顯示，不管在石虎高密度或低密度的樣點，石虎皆會因為樣點有貓出現而延後在該樣點出現的時間。

(3) 貓與石虎OI值變動的相關性分析

同時記錄到石虎及貓的樣點有20個，有石虎沒有貓的有9個，有貓沒有石虎的有1個。在20個兩個物種同時出現的樣點，研究期間(2021年3月至2023年2月)石虎與貓的OI值無顯著相關($r_s = -0.305$, $P = 0.191$, $n = 20$, 圖19)。這結果顯示石虎沒有因為貓的出現而減少在該樣點的活動。

進一步以這20個兩物種都有分布的相機樣點資料，以每個樣點-週期為單位進行分析，至少有貓或石虎出現的244個樣點-週期中，石虎與貓OI值呈顯著負相關($r_s = -0.319$, $P < 0.001$, $n = 244$, 圖20)。這結果顯示石虎的活動頻度有受到貓活動的影響。

為了解對石虎威脅較小的其他食肉目動物，是否也會影響石虎連續兩次出現的時間間隔，本研究以白鼻心為對象，進行相同的分析。結果顯示，沒有白鼻心出現時，連續兩次石虎出現的時間間隔(255.1 ± 31.2 小時, $n = 220$)顯著低於有白鼻心出現時的時間間隔(952 ± 62.1 小時, $n = 329$) ($P < 0.001$) (圖21)。以所有樣點石虎平均OI值(1.17)為切點區分，在石虎OI值高於平均值之樣點，石虎連續兩次出現時間間隔在沒有白鼻心出現時平均為 202.2 ± 23.3 小時 ($n = 177$)，顯著低於有白鼻心出現時之間隔 636 ± 38.2 小時 ($n = 211$) ($P < 0.001$)；在石虎OI值低於平均值之樣點，石虎連續兩次出現時間間隔在沒有白鼻心出現時平均為 472.8 ± 122.9 小時 ($n = 43$)，亦顯著低於有白鼻心出現時之間隔 $1,516.8 \pm 145.7$ 小時 ($n = 118$) ($P < 0.001$)。

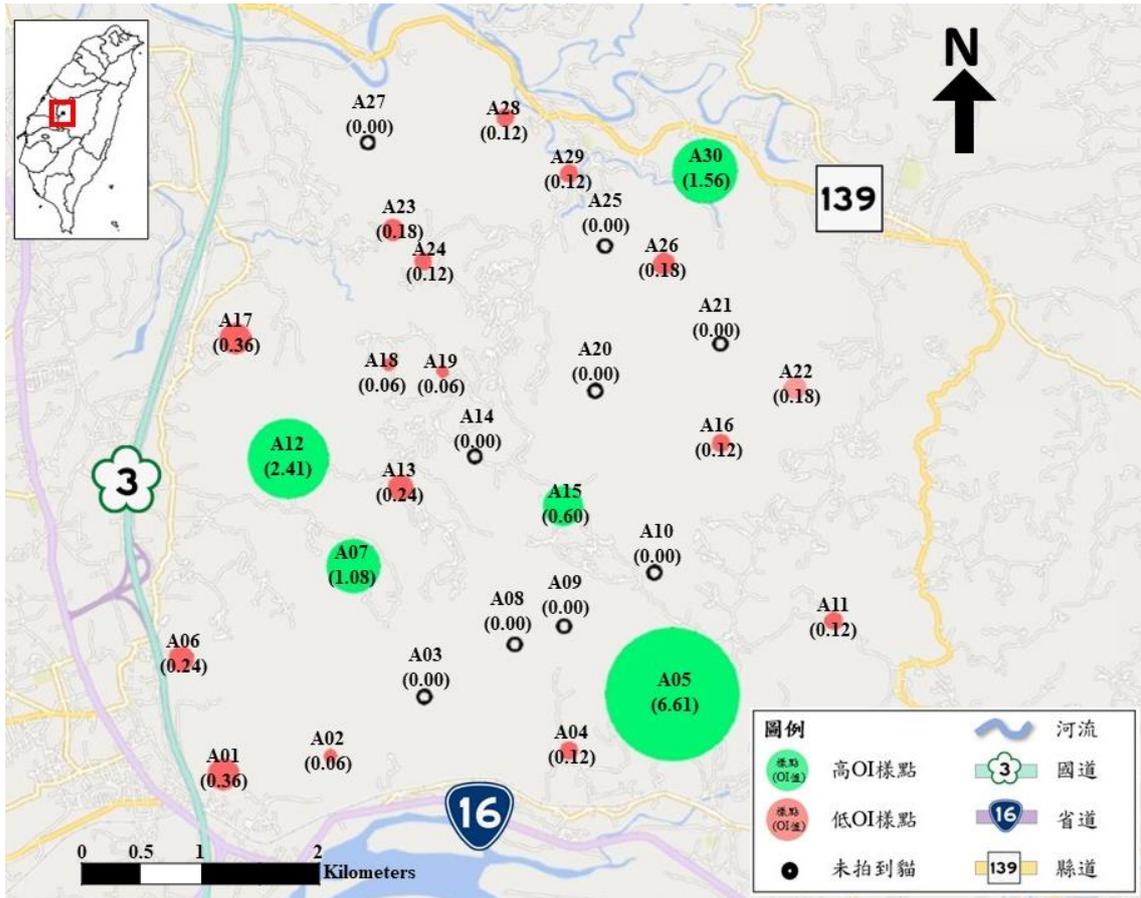


圖15. 2021年3月11日至2023年2月1日，南投中寮樣區各樣點貓出現頻度(OI值)。綠色為OI值高於所有相機平均OI值(0.50)的樣點，紅色為OI值低於所有相機平均OI值(0.50)的樣點。

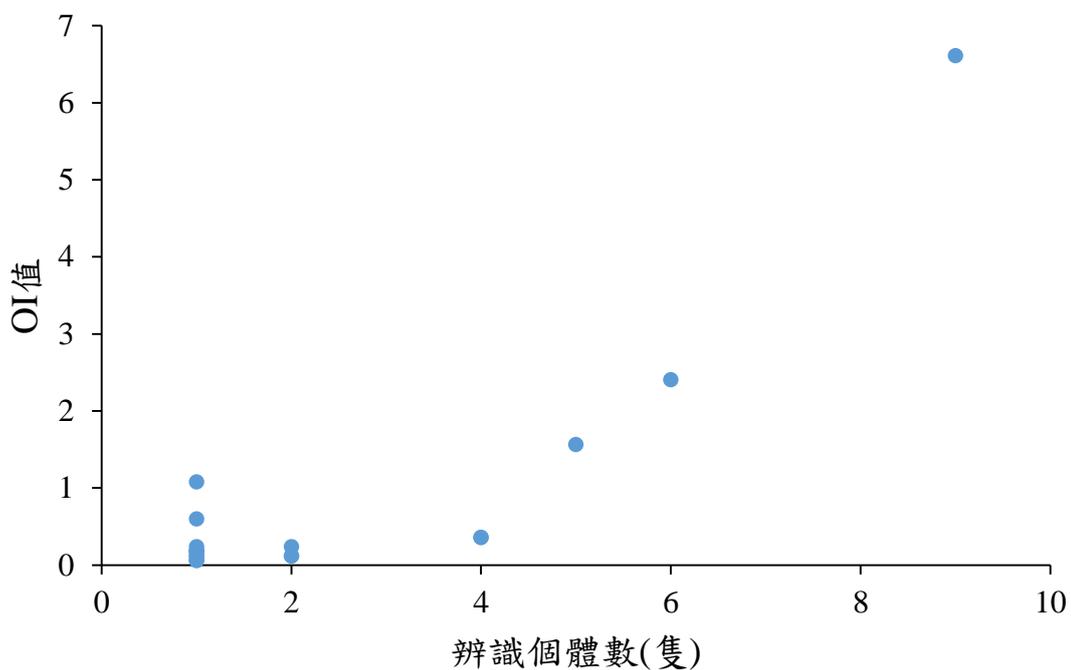


圖 16. 2021 年 3 月 11 日至 2023 年 2 月 1 日南投中寮樣區 21 個拍到貓的樣點，貓 OI 值與該樣點可辨識貓個體數的散佈圖(皮爾森相關 $r=0.867$, $P<0.001$; 斯皮爾曼相關性 $r_s=0.598$, $P=0.004$, $n=21$)。

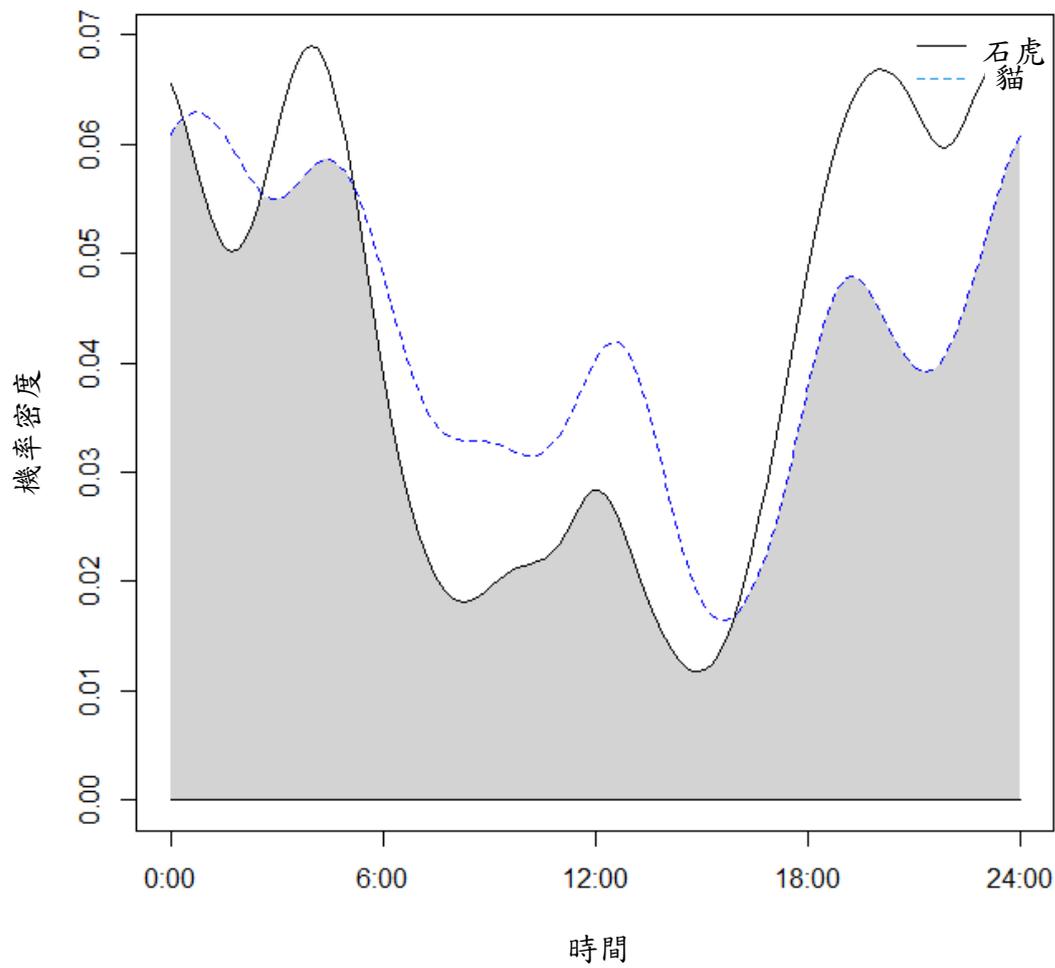


圖 17. 2021 年 3 月至 2023 年 2 月南投中寮樣區，石虎和貓之活動時間重疊機率密度，其重疊係數為 0.86(95%CI: 0.79-0.90)。石虎有效照片數 582 筆，貓有效照片數 248 筆。

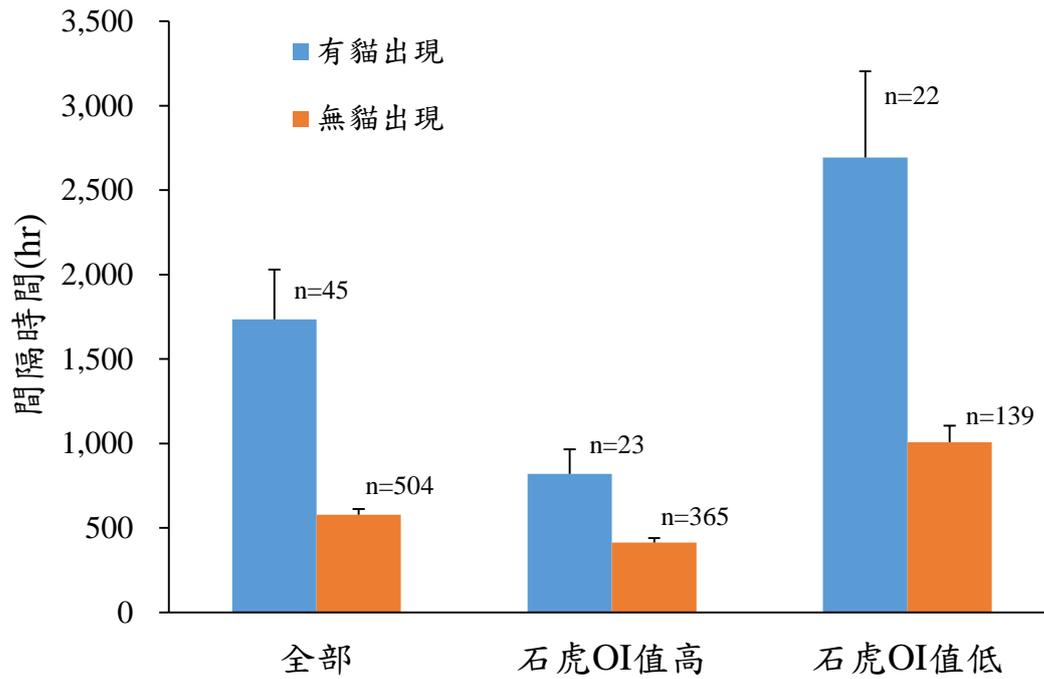


圖18. 貓出現對石虎連續兩次出現時間間隔之影響。全部樣點、石虎OI值高於平均的樣點及石虎OI值低於平均的樣點，兩者皆有顯著差異 (所有 $P < 0.001$)，n為該項目的樣本數。

。

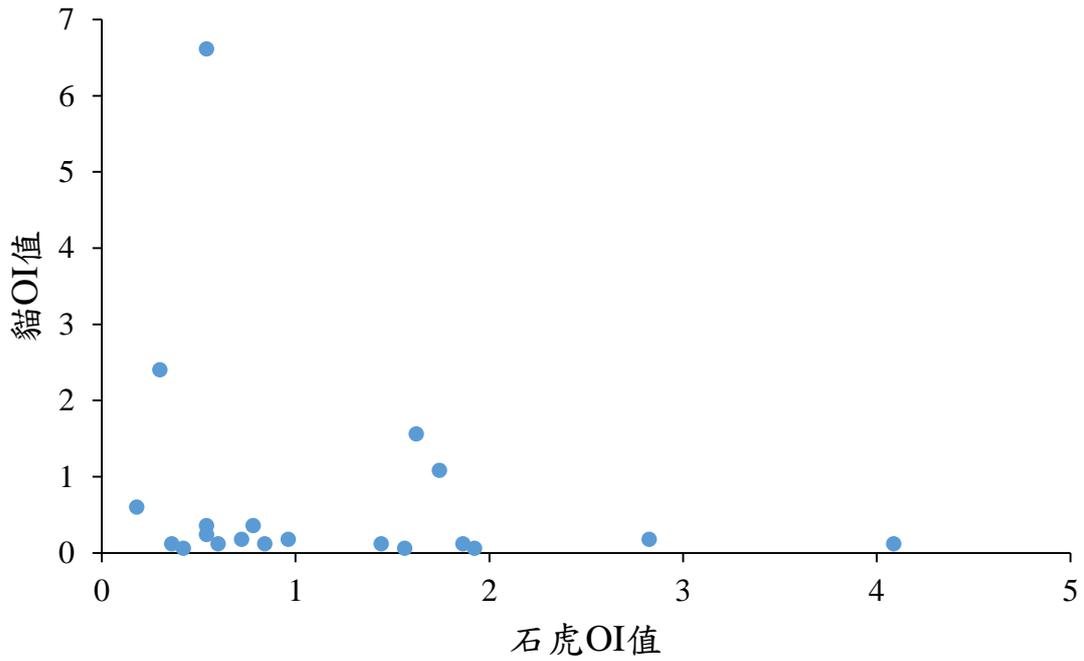


圖 19. 2021 年 3 月 11 日至 2023 年 2 月 1 日，20 個石虎與貓皆有分布的樣點，石虎與貓的 OI 值分布圖($r_s=-0.305$, $P=0.191$, $n=20$)。

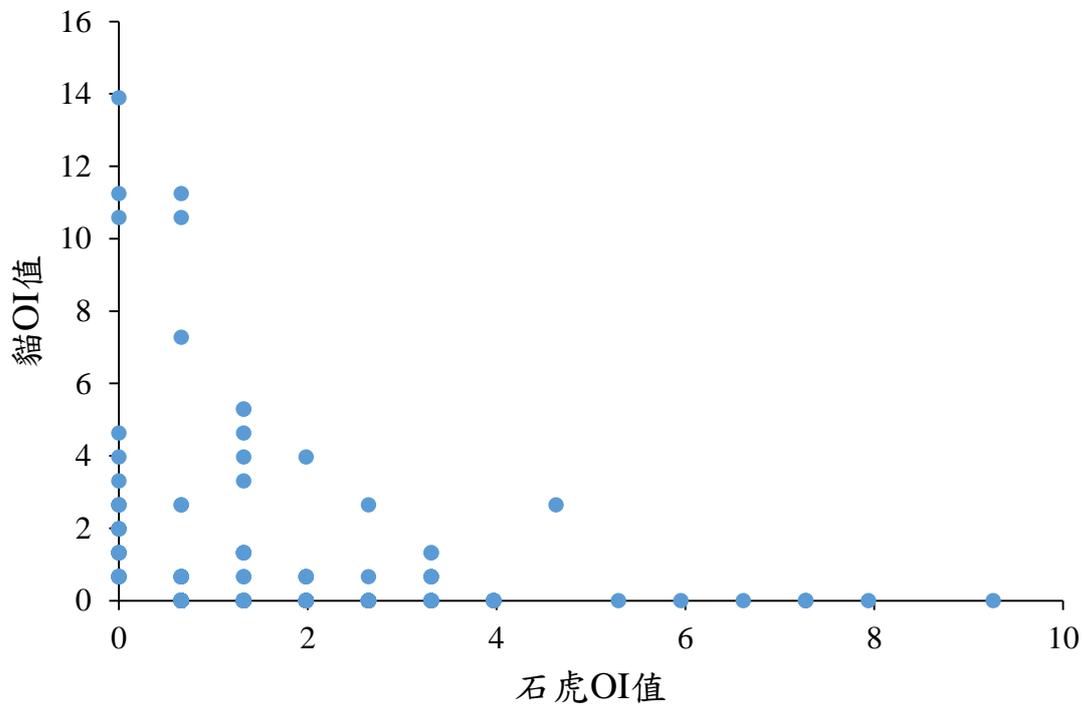


圖 20. 2021 年 3 月 11 日至 2023 年 2 月 1 日，在石虎曾出現的樣點中，244 個有石虎或貓的樣點-週期，石虎與貓 OI 值分布圖($r_s=-0.319$, $P<0.001$, $n=244$)。

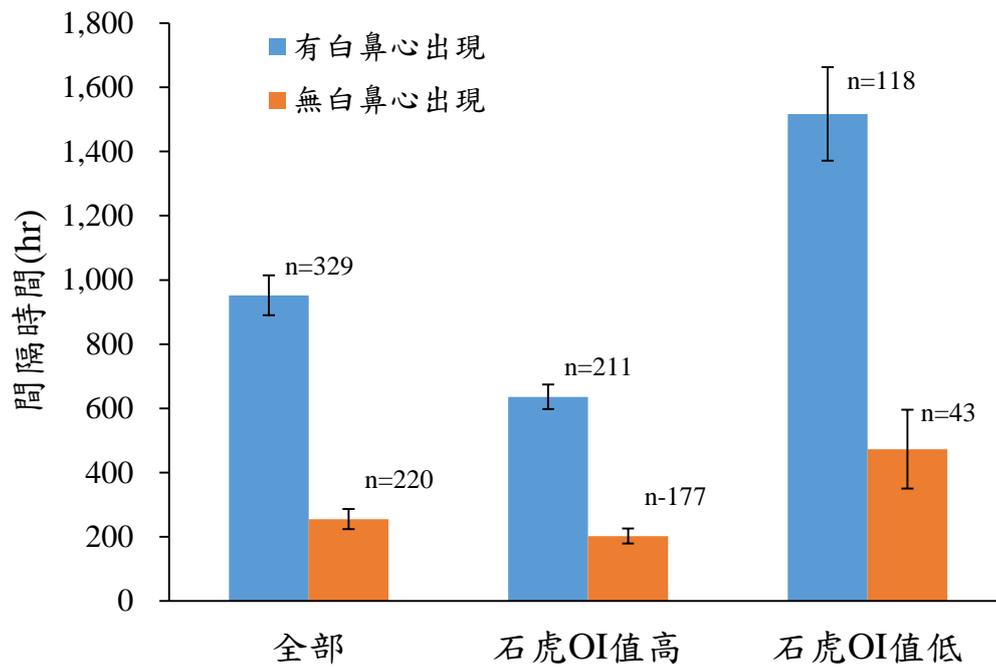


圖 21. 白鼻心出現對石虎連續兩次出現時間間隔之影響。全部樣點、石虎 OI 值高於平均的樣點及石虎 OI 值低於平均的樣點，兩者皆有顯著差異(所有 $P < 0.001$)，n 為該項目的樣本數。

(三) 石虎獵物相對豐富度變化與石虎族群密度變動的關係

1. 鼠科鼠類及鼯形目

30 個相機樣點共有 29 個樣點記錄到鼠科鼠類及鼯形目動物，其 OI 值介於 0.12 到 5.53 之間(附錄 2)。各週期所有相機鼠科鼠類及鼯形目平均 OI 值介於 0.11-1.87 之間(圖 22)。

在 267 個有石虎與鼠科鼠類及鼯形目動物的樣點-週期中，兩者之 OI 值有顯著負相關($r_s=-0.219$, $P<0.001$, $n=267$ ，圖 23)。

在石虎 OI 值高於平均值的樣點，石虎與鼠科鼠類及鼯形目同時出現的樣點-週期有 122 個，兩者的 OI 值無顯著相關($r_s=-0.096$, $P=0.290$, $n=122$)。石虎 OI 值低於平均值的樣點中，石虎與鼠科鼠類及鼯形目同時出現的樣點-週期有 145 個，兩者的 OI 值呈顯著負相關($r_s=-0.403$, $P<0.001$, $n=14$ ，表 5)。

2. 松鼠科

30 個相機樣點共有 30 個樣點記錄到松鼠科動物，其 OI 值介於 0.06 到 7.15 之間(附錄 2)。在 287 個同時有石虎與松鼠科的樣點-週期中，兩者的 OI 值呈現顯著負相關($r_s=-0.137$, $P=0.02$, $n=287$ ，圖 24)。

在石虎 OI 值高於平均值的樣點，石虎與松鼠科同時出現的樣點-週期有 126 個，兩者的 OI 值無顯著相關($r_s=0.074$, $P=0.409$, $n=126$)。石虎 OI 值低於平均值的樣點中，有石虎與松鼠科出現的樣點-週期有 161 個，兩者的 OI 值為顯著負相關($r_s=-0.292$, $P<0.001$, $n=161$ ，表 5)。

3. 地棲性鳥類

地棲性鳥類記錄到竹雞、藍腹鷓鴣與灰腳秧雞等 3 種。30 個相機樣點共有 28 個樣點記錄到竹雞，竹雞(群)的 OI 值介

於 0.06 到 5.05 之間(附錄 2)。30 個相機樣點共有 8 個樣點記錄到藍腹鷓，藍腹鷓的 OI 值介於 0.06 到 0.84 之間(附錄 2)。30 個相機樣點共有 5 個樣點記錄到灰腳秧雞，灰腳秧雞的 OI 值介於 0.12 到 1.44 之間(附錄 2)。

在 269 個石虎與地棲性鳥類同時出現的樣點-週期中，石虎及地棲鳥類出現的樣點之 OI 值無顯著相關($r_s=-0.097$, $P=0.113$, $n=269$)。

在石虎 OI 值高於平均值之樣點，石虎與地棲性鳥類同時出現的樣點-週期有 126 個，兩者的 OI 值無顯著相關($r_s=-0.022$, $P=0.810$, $n=126$)。石虎 OI 值低於平均值之樣點中，兩者同時出現的樣點-週期有 143 個，呈顯著負相關($r_s=-0.241$, $P=0.004$, $n=143$, 表 5)。

把鷺科鳥類併入地棲性鳥類後進行分析，結果相同。

4. 全部食物資源

全部食物資源 OI 值介於 0.66 到 19.18 之間(附錄 2)。在 315 個同時有石虎或任一食物源的樣點中，石虎及全部食物資源的 OI 值無顯著相關($r_s=0.062$, $P=0.273$, $n=315$, 表 5)。

在石虎 OI 值高於平均值之樣點，石虎與任一食物資源同時出現的樣點-週期有 129 個，兩者的 OI 值無顯著相關($r_s=0.089$, $P=0.317$, $n=129$)。石虎 OI 值低於平均值之樣點中，兩者同時出現的樣點-週期有 186 個，無顯著相關($r_s=-0.035$, $P=0.634$, $n=186$, 表 5)。

檢視食物資源的 OI 值變動對石虎的影響是否有延遲效應，本研究把每一個樣點週期石虎之 OI 值與該樣點前一個週期之各項食物資源的 OI 值進行相關性分析，結果皆無顯著相關。

5. 發生雞舍危害的雞舍分布

特生中心林育秀研究員提供中寮地區曾發生石虎危害家禽的雞舍場域位址，多分布在樣區的東側(圖 25)。

表 5. 石虎與不同類群食物資源 OI 值斯皮爾曼相關性分析

食物資源	相關係數 $r_s(N)$	相關係數 $r_s(N)^H$	相關係數 $r_s(N)^L$
鼠科鼠類及鼬形目	-0.219** (267)	-0.096(122)	-0.403** (145)
松鼠科	-0.137* (287)	0.074(126)	-0.292** (161)
地棲鳥類	-0.097(269)	-0.022(126)	-0.241** (143)
全部食物資源	0.062(315)	0.089(129)	-0.035(186)

註：*表示相關性在 0.05 水準上顯著($P<0.05$)；**表示相關性在 0.01 水準上顯著($P<0.01$)；^H為石虎 OI 值高於平均(1.17)之樣點；^L為石虎 OI 值低於平均(1.17)之樣點。括弧內之數字(N)代表樣點-週期數。

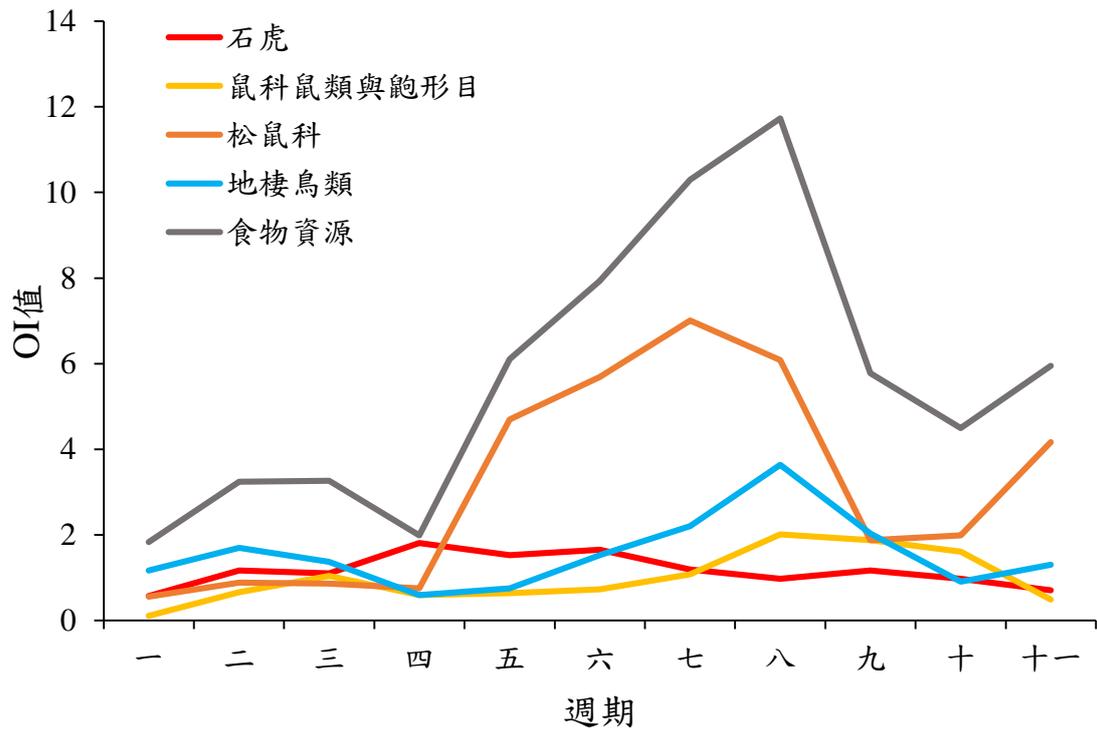


圖 22. 研究期間石虎與不同食物資源的 OI 值週期變動。各週期的時間參考圖 4 的圖說。

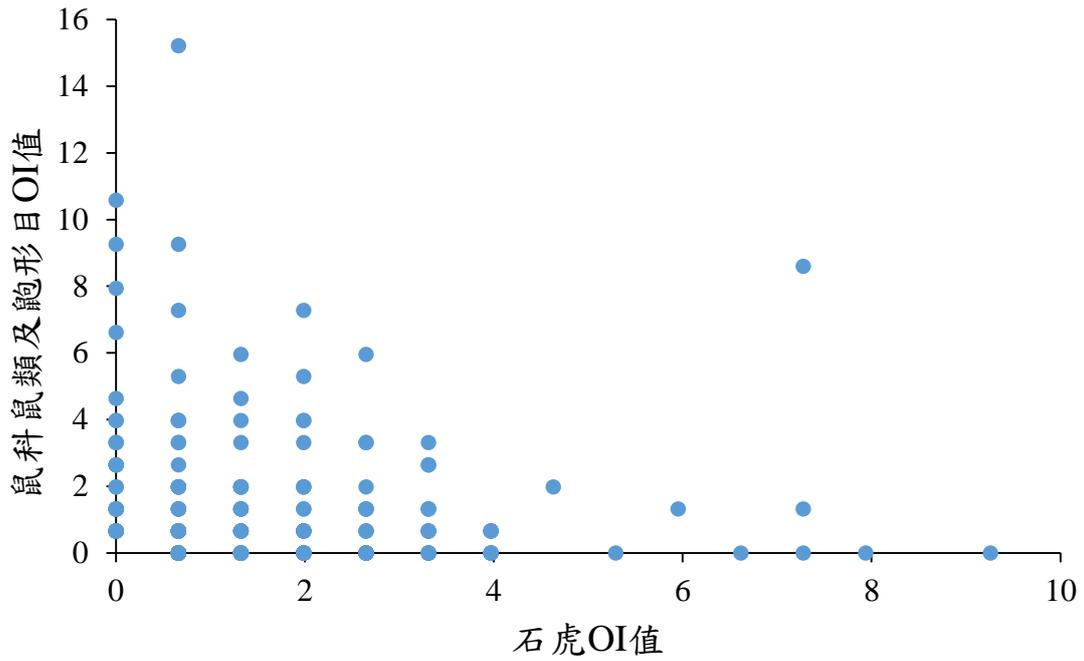


圖 23. 2021 年 3 月 11 日至 2023 年 2 月 1 日，有石虎及鼠科鼠類及鼯形目出現的樣點-週期，石虎與鼠科鼠類及鼯形目 OI 值關係圖($r_s = -0.219$, $P < 0.001$, $n = 267$)。

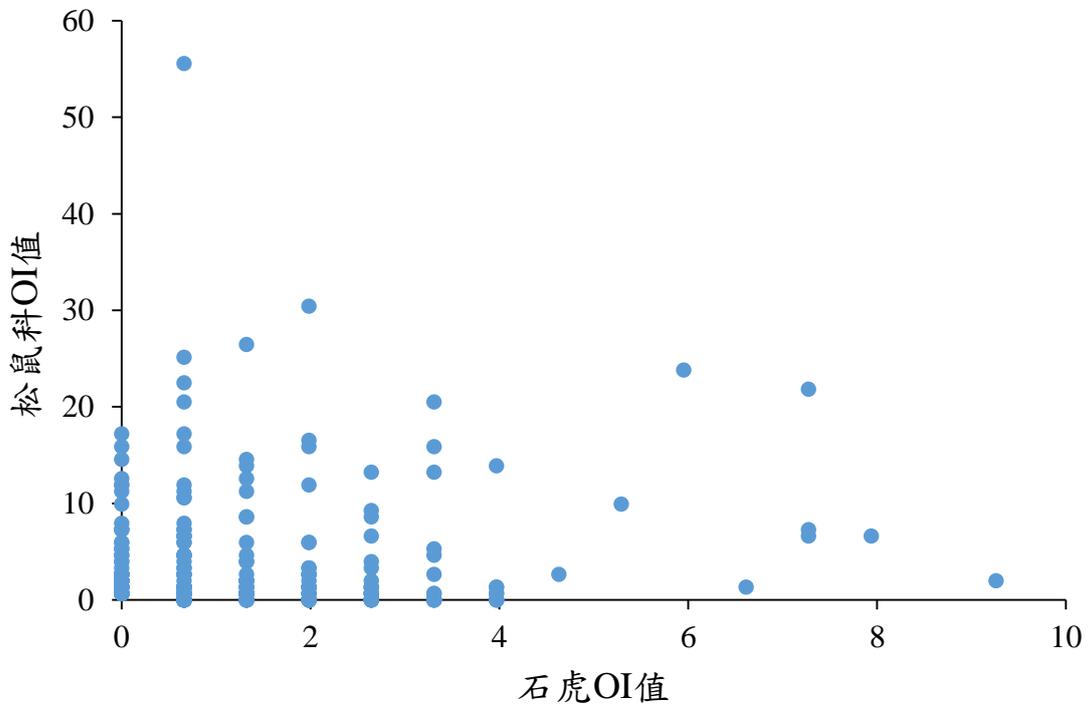


圖 24. 2021 年 3 月 11 日至 2023 年 2 月 1 日，有石虎及松鼠科出現的樣點-週期，石虎與松鼠科 OI 值關係圖($r_s = -0.137$, $P = 0.020$, $n = 287$)。

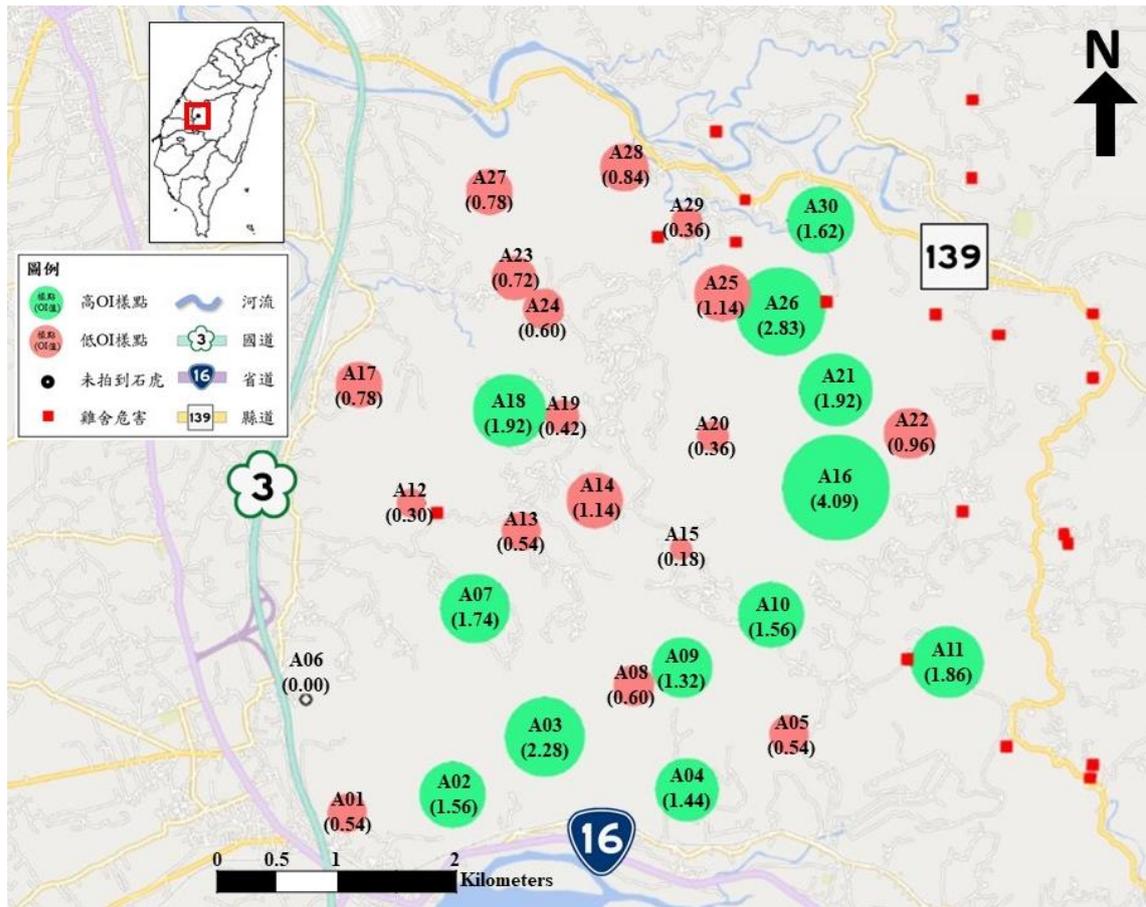


圖 25. 2021 年 3 月 11 日至 2023 年 2 月 1 日南投中寮樣區石虎 OI 值與雞舍危害場址分布圖。

(四) 石虎生殖參數的蒐集

2019 年 10-12 月，在樣區內共於 2 個樣點記錄到 2 筆母石虎與 2 隻幼獸一起活動的相片，分別為 2019 年 11 月 28 日在本研究樣區 A17 樣點及 2019 年 11 月 23 日在 A19 樣點。2020 年 5 月 4 日在南投中寮第二樣區，記錄到母石虎與 2 隻幼獸一起活動(劉建男未發表資料)。本計畫前期(2021)研究中，於 2021 年 7 月分別於 A03 與 A16 兩樣點紀錄到石虎親子活動照片(圖 26)。2021 年 11 月至 2023 年 2 月在樣區內沒有記錄到石虎生殖相關資料。

(五) 自動相機監測原始資料上傳

業依照林務局「生態調查資料蒐集管理作業原則」，至林務局指定之資料庫填寫並上傳本計畫之詮釋資料及生態調查原始資料，並繳交自動相機影像資料。

	
<p>A. 2019 年 11 月 23 日在中寮第 樣區 A19 樣點拍攝到母石虎 與 2 隻幼獸活動</p>	<p>B. 2020 年 5 月 4 日在中寮樣區 B10 樣點拍攝到母石虎與 2 隻 幼獸活動。</p>
	
<p>C. 2021 年 7 月 22 日在中寮樣區 A03 拍攝到母石虎與 1 隻幼 獸活動。</p>	<p>D. 2021 年 7 月 7 日在中寮 A16 樣區拍攝到母石虎與 1 隻幼獸 活動。</p>

圖 26. 中寮地區自動相機拍攝到母石虎攜帶幼獸的照片。

六、討論

(一) 石虎族群密度變動

本研究在南投中寮的樣區，以每9週(63天)為一個週期估算石虎族群密度，目前估算十一個週期的密度值介於22-79隻之間，其中第九到第十一週期估算的密度值顯著提升，推測是受到部分個體僅拍到1次而沒有被重複捕捉的資料，因此族群量及族群密度被高估。姜博仁等(2022)在苗栗大湖事業區73-75林班以自動相機監測石虎，使用SECR法分別以90、120及180天為一個週期來估算族群密度，結果顯示以90天為一個週期的密度估算值呈現大幅度的波動(介於每100 km² 32-140隻之間)，隨著估算週期時程增加，密度估算值波動程度趨緩；考量族群封閉性，該研究建議以120天為一個估算週期來檢視族群波動。本研究重新以126天(18週)為一個週期進行石虎族群密度估算，得到五個族群密度估算值，介於每100 km² 28.2-42隻之間。以63天為1個週期，優點是較符合封閉族群的假設，但缺點是整體個體重複捕捉次數較少而可能導致族群密度高估，以126天為1個週期則相反，估算族群密度較穩定但較不符合封閉族群的假設。本研究結果顯示以126天為1個週期可能較為適合。整體而言，本研究樣區石虎族群尚稱穩定，且族群密度有增加的現象。與其他國家同樣以相機資料分析的豹貓族群密度相較，Mohamed *et al.* (2013)在馬來西亞沙巴地區的三處森林保護，估算得豹貓密度分別為9.6隻/100 km²、12.4隻/100 km²及16.5隻/100 km²；Chua *et al.* (2016)於新加坡德光島(Pulau Tekong)估算出豹貓密度約為72.2-106.6隻/100 km²；在泰國的Sakaerat保護區，Petersen *et al.* (2019)估算得豹貓密度為17.7隻/100 km²。除了新加坡德光島以外，南投中寮地區估計的石虎族群密度，比多數東南亞地區所估算的值高。

本研究發現每個相機樣點石虎、犬及貓的OI值與該樣點該物種可辨識的個體數呈現顯著的正相關，古馥宇(2018)以水鹿的研究亦得到類似的結果。這結果顯示OI值可以反應一個物種在一個局部地

區/樣點的相對豐富度。然而，不同地區或不同物種可能都會影響到OI值與族群量之間的關係式，因此，不宜以一個地區個別樣點所獲得的OI值與個體數的關係式去估算在別的地區甚至別的生物種的絕對族群量。Sollmann *et al.* (2013)於馬來西亞以自動相機進行豹貓的研究，結果指出豹貓相對豐富度變化無法反應實際的密度變化。

未來如要以OI值來估算一個地區的族群密度，必須先建立不同地區石虎實際族群密度與OI值的關係式。近幾年台灣地區以SECR法進行石虎族群密度的研究有劉建男與陳宣汶(2020)、陳美汀等(2020b)、李運金等(2021)及姜博仁等(2022)。劉建男與陳宣汶(2020)在南投中寮地區以SECR估算的石虎平均OI值為1.57、估算的族群密度是49隻/100 km²，陳美汀等(2020b)在臺中新社地區估算的石虎平均OI值為0.58、族群密度估算值為23.2隻/100 km²，李運金等(2021)在苗栗五個樣區的族群密度估算值分別為78.3、55.2、46.6、32.3、及7隻/100 km²，本研究第一到四週期石虎平均OI值為1.17、族群密度估算值為26.5隻/100 km²，第五到八週期石虎平均OI值為1.32、族群密度估算值為29.5隻/100 km²，姜博仁等(2022)有石虎密度估算值但沒有顯示對應的OI值。利用上述的資料得到OI值與族群密度的回歸分析如圖27。結果顯示隨著OI值增加，族群密度也顯著增加($y=24.389x$, $R^2=0.598$, $P=0.014$)。未來可持續累積更多地區石虎的OI值及密度資料，建立更可靠的回歸方程式。

本研究樣區兩年所有樣點的石虎平均OI值為1.17，十一個週期的OI值在0.57-1.81之間波動，仍屬平穩。翁國精等(2022)全島自動相機監測系統的分析顯示，拍到石虎的點位及平均OI值皆有逐年下降的趨勢，與本研究結果不符。翁國精等(2022)之相機樣點皆位於國有林班地，雖然石虎會利用林地、果園、草生地及濱溪值群等多樣的棲地類型，但森林內部的樣點可能因鼠科種類及數量較少，因此石虎密度本來就較低，族群密度的波動也較大。

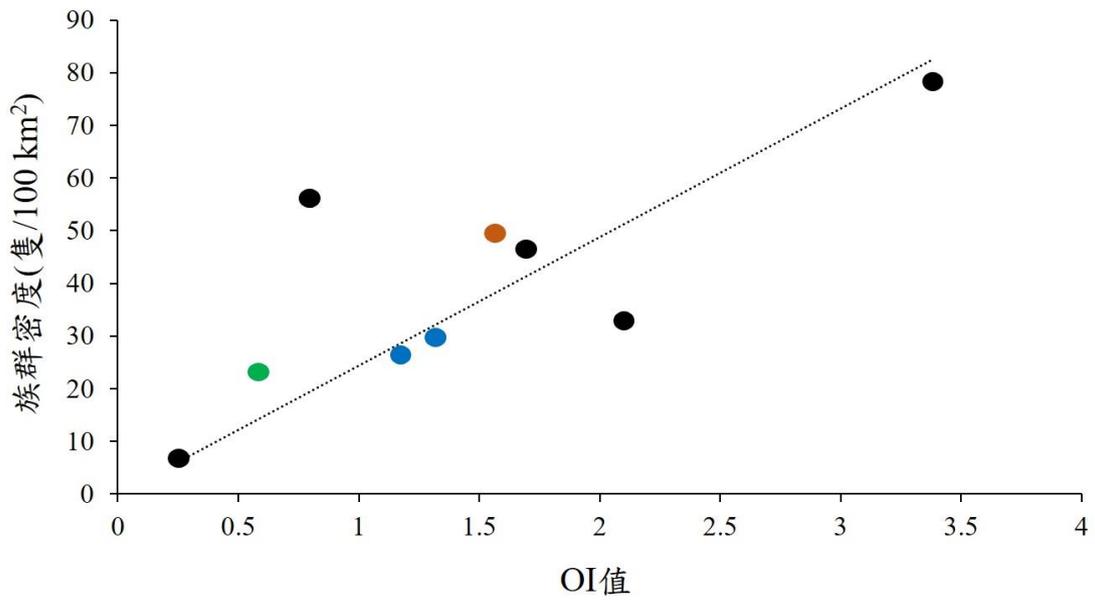


圖27. 石虎OI值與石虎族群密度估算值之回歸分析結果($y=24.389x$, $R^2=0.598$, $P=0.014$)。資料來源包括劉建男與陳宣汶(2020)、陳美汀等(2020b)、李運金等(2021)及本研究，分別以橘色、綠色、黑色及藍色表示。

(二) 犬、貓及食物資源對石虎的影響

研究指出遊蕩犬、貓會造成野生動物的族群下降、甚至物種滅絕 (Loss *et al.*, 2013, Doherty *et al.*, 2016, 2017)。有研究則指出野生動物會因為犬隻的活動而降低在該樣點的出現或活動量 (Yen *et al.*, 2019; Vitekere *et al.*, 2021)。本研究結果發現，犬隻廣泛分布，30個樣點中有28個樣點有紀錄；雖然已辨識出的112隻犬個體中，有77隻(68.8%)僅在1個或2個週期出現，僅有16隻(14.3%)在4個週期以上被紀錄到。但每個週期都有新記錄的個體，新個體占該週期總個體數的13-53%不等，樣區內犬對石虎的威脅持續存在。

本研究結果顯示犬偏日行性，石虎偏夜行性，兩者日活動模式重疊度為0.56。儘管活動模式稍有區隔，但石虎仍有機會遭遇犬隻，尤其在晨昏遇到的機會較高。近年來，農委會特有生物研究保育中心急救站收到多起石虎遭受犬隻攻擊致死的案例，平均每年約有4-5隻石虎遇害(林育秀私人通訊)。本研究在6個樣點記錄到佩掛發報器的獵犬，犬獵行為可能讓淺山地區的野生動物遭受更大的威脅，必須妥善管理。

本研究以樣點-週期資料進行分析的結果顯示，石虎OI值與犬的OI值呈現顯著負相關，且當犬出現後，石虎在該樣點出現的時間間隔會拉長，這些結果顯示石虎會從空間及時間尺度避開犬活動較高的樣點。值得一提的是，本研究以較長時間尺度資料進行分析時，兩物種OI值變動呈現無顯著相關，推測在犬相對豐富度較低的情況下，石虎在犬出現後短期內有迴避行為，但時間一久仍會在該樣點出現，因此以較長時間尺度會看不出犬對石虎的影響。在未來如果遊蕩犬隻的數量持續增加，犬在各樣點出現的頻度增加，石虎可能面臨無處可避的情況。本研究樣區為南投地區石虎分布的熱點(劉建男等，2016)，因此適度的管理來減少遊蕩犬隻的數量，應為石虎保育的重點工作。

貓對石虎的影響部分，兩者日活動模式重疊度高達0.86。樣區內的貓的數量雖然沒有犬多，但仍持續記錄到新的個體。貓對石虎的直

接威脅雖然不若犬隻，但貓與石虎食性重疊度高，對食物資源的競爭強，本研究結果發現樣點-週期的分析中，貓與石虎OI值呈現顯著負相關，石虎在貓出現後亦有延後出現的現象，可能兩者在空間或時間上資源區隔以減少對食物資源的競爭。

研究顯示石虎的族群密度會受到食物資源減少的影響(Watanabe, 2009)。苗栗地區石虎食性以齧齒目的鼠科最高(占39.4%)，鳥類次之(26.4%)，亦包含少部分野兔、鮑鱧、爬行類、魚類及昆蟲等(莊琬琪，2012)；東海大學及特生中心團隊(未發表資料)進行南投地區石虎食性分析，亦以齧齒目的鼠科最高(占43.3%)，昆蟲次之(25.5%)。本研究將石虎食物資源分為鼠科鼠類及鮑形目、松鼠科、地棲性鳥類及全部食物資源進行個別分析，發現石虎OI值與鼠科鼠類及鮑形目OI值呈現負相關。石虎活動範圍可達3-5 km² (Chen *et al.*, 2016)，少數個體活動範圍可超過10 km² (陳美汀等，2022)，石虎可能在活動範圍內移動尋找獵物，當獵物資源豐富度下降便移往他處，因此導致兩者OI值呈現負相關的結果。過去台灣地區石虎食性研究中，並沒有發現松鼠科是主要的食物來源，但本研究顯示石虎與松鼠科的OI值亦呈現顯著負相關，原因仍不明。地棲性鳥類雖然在石虎食性中也占一定比例，但重要性不若鼠科鼠類及鮑形目，因此在統計上無法看出兩者OI值具有顯著的相關性。

(三) 石虎的生殖資料

本研究樣區自2019年起共記錄到5筆母石虎攜帶幼獸的照片，記錄到的月份分別為5月1筆、7月2筆及11月2筆。其他文獻部分，姜博仁等(2022)在苗栗淺山地區2018-2021年的研究中，分別在3月至11月間有記錄到12筆石虎育幼的記錄，並從照片中石虎幼獸的年齡回推出生月份落在1、2、3、4、7及10月。

在圈養的環境下，石虎的懷孕期約60-70天，每胎約產下2-4隻幼獸，通常2-3隻(趙明杰，1993)。根據特生中心野生動物急救站及臺北市立動物園石虎配對的經驗，石虎在2-9月皆有生殖紀錄，

推測主要發情為冬季至隔年春季初期；臺北市立動物園的紀錄中，有幾筆育幼失敗後再懷孕，甚至有同一個體一年產三胎的紀錄，分別為 2 月、5 月及 8 月(趙明杰，1993)，若排除再懷孕的情形，石虎生殖高峰期推測在 2-6 月，交配高峰期可能落在 12 月至隔年 4 月，幼獸大約出生 2 週後睜眼(林育秀等，2013)。

綜合上述資料，推測台灣地區的石虎主要發情/交配期約在秋末、冬季及春季(約 10 月到隔年 5 月)，懷孕期約 2 個月，出生後約 2 個月開始隨母獸四處活動，出生後到幼獸可以獨立的育幼期推估約 6 個月(圖 28)。本研究結果顯示石虎在冬天及春天的 OI 值較春、夏高，可能原因除了冬天及春天可能是幼獸開始獨立的季節，也是交配的高峰期。

在與臺灣鄰近的西表山貓研究中，認為其無明顯生殖季，但多在冬季至春季初期有稍微的高峰，推測和亞熱帶地區氣候條件有關(Okamura *et al.*, 2000)，西表山貓發情期約 11 月至隔年 4 月，生產期則為 4-6 月，懷孕期約為 60 天(Kitchener, 1998)，交配高峰期預估為 2-4 月，育幼期約有 4-4.5 個月(Okamura *et al.*, 2000; Schmidt *et al.*, 2009)。

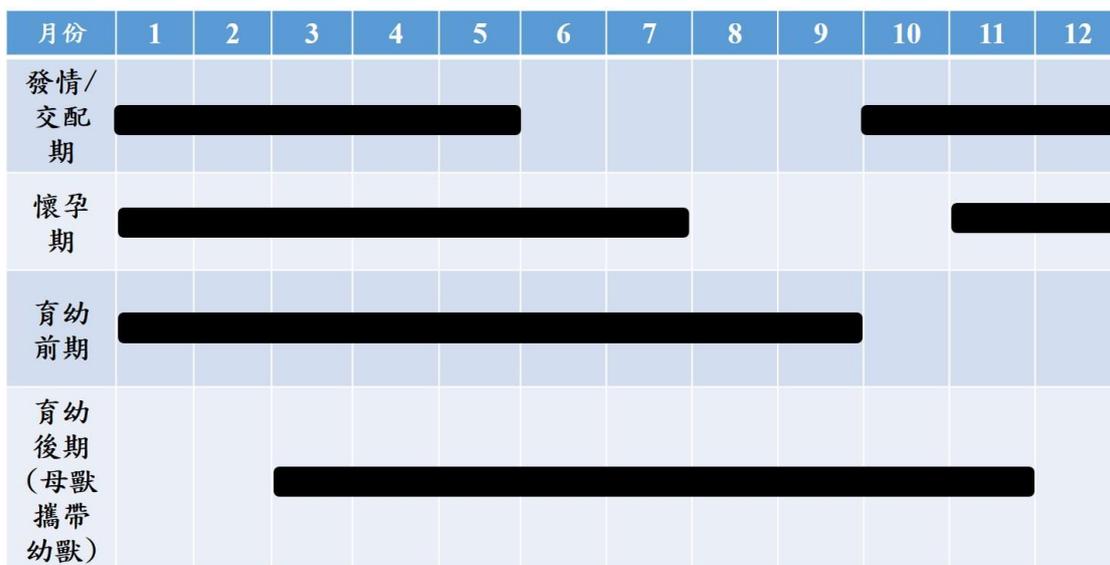


圖 28. 推估台灣地區石虎之繁殖周期。

七、 結論與建議

(一) 結論

本研究在南投中寮樣區以自動相機的監測資料分析結果，以63天為1個週期估算的石虎族群密度介於每100 km² 22-71.9隻之間，以126天為1個週期估算則介於每100 km² 28.2-42隻之間。整體而言，樣區內石虎族群尚稱穩定，且族群密度有微幅上升的現象。然而，樣區的石虎受到遊蕩犬、貓的威脅；遊蕩犬數量多且分布廣，每個週期皆會發現新的犬隻。雖然犬偏日行性、石虎偏夜行性，日活動模式略有錯開，可是在晨昏之際仍有較高的機會相遇而遭受犬隻攻擊，近年來石虎遭受犬隻攻擊致死的案例也逐漸增加，樣區內1隻特生中心無線電追蹤的個體(永哥)亦遭受犬隻攻擊致死。雖然研究結果顯示石虎會在空間及時間上避開犬隻的活動，但未來如遊蕩犬隻數量增加，在避無可避的情況下，石虎遭受犬攻擊的機會可能增加。更令人擔心的是，研究期間發現數筆配戴發報器的獵犬，讓石虎的處境雪上加霜。

相較於犬隻，貓對石虎的威脅比較間接，主要是來自食物的競爭及潛在疾病的傳播。貓與石虎不僅共域且日活動模式高度重疊，兩者食性重疊度高，貓對石虎在食物資源有很強的競爭性。本研究結果顯示石虎與貓OI值呈現負相關，推測可能是在空間上區隔以減少競爭。目前樣區內貓的數量維持穩定，也持續有新的個體在樣區內出現，倘若貓的數量逐漸增加，對石虎的威脅也勢必提升。

樣區內石虎食物資源相對豐富度雖然有波動，但沒有顯著減少的現象。本研究結果推測石虎在活動範圍內四處移動找尋獵物，並隨著獵物資源減少便移往他處，因此兩者OI值呈現負相關。小型哺乳類的鼠科及鼬形目是石虎重要的食物來源，未來應注意貓是否會對小型哺乳類的相對豐富度造成影響。

(二) 建議

1. 近年來國內研究已開始累積石虎族群密度與 OI 值資料，但未來如要利用一個地區石虎的 OI 值來推估族群密度或族群量，仍需更多地區族群密度與 OI 值資料，才能建立較準確的回歸方程式。此外，一個地區石虎族群密度可能受到季節、掠食者、資源競爭者或食物資源豐富度的影響，建議未來仍需支持石虎密度估算相關研究。
2. 中寮地區是南投石虎分布的熱點，也是南投地區石虎相對豐富度最高的區域，因此，可視為一個來源區塊(source patch)。確保來源區塊的棲地品質以提升石虎存活率及族群乘載量，同時降低死亡率，增加的個體便可成為外溢到鄰近區域的來源，是維持族群存續的關鍵。近年來，林務局及南投林區管理處積極推動友善農作及生態給付計畫，對提升棲地品質有很大的助益。因此，未來工作重點應著重在降低死亡率，亦即降低遊蕩犬、貓的數量及威脅，避免永哥的事件再度發生。此外，以獵犬的狩獵行為，應積極的管理與制定規範。
3. 石虎 OI 值與密度值回歸式建立後，未來可針對石虎以自動相機建立長期監測樣區，僅利用 OI 值變動來估算族群密度變動。由於苗栗地區石虎族群量最多、南投次之、臺中最少，因此未來建議至少在苗栗及南投各設置 2 個 30 km² 的監測樣區、臺中設置 1 個監測樣區，每個樣區設置 10-15 部相機，以樣區全部相機平均 OI 值的變動來監測族群密度的變動。

八、參考文獻

- 古馥宇 (2018) 台灣水鹿(*Rusa unicolor swinhoii*)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研究所碩士論文。
- 李運金、裴家騏、賴玉菁 (2021) 苗栗縣石虎族群數量與分布調查委託專業研究調查服務案。苗栗縣政府。
- 房兆屏 (2016) 南投地區石虎的分布與棲地利用。國立嘉義大學農學院森林暨自然資源學系碩士論文。
- 林育秀、林德恩、蔣雅郁、蔡繼鋒 (2018) 中部地區友善道路改善計畫(苗栗、臺中及南投地區省道)。交通部公路總局。
- 林育秀、詹芳澤、林桂賢、王齡敏、林冠甫 (2013) 石虎之域外保育研究(二)。
- 林良恭、姜博仁、王豫煌 (2017) 重要石虎棲地保育評析(2/2)。行政院農業委員會林務局105-林發-07.1-保-30。
- 姜博仁、王玉婷、蔡作明、曾威 (2018) 石虎捕食利用模式研究-以苗栗地區放養 家禽場所及森林作業空隙為例。新竹林區管理處。
- 姜博仁、曾建偉、王逸峰、王玉婷 (2019) 苗栗縣大尺度之路殺風險評估暨縣道 140 改善建議分析。行政院農業委員會林務局。
- 姜博仁、李昱、王玉婷、陳萱穎、呂明益、鍾佳衡、李承翰、林嘉言、謝秋香 (2022) 苗栗淺山地區國有林班地與鄰近地區石虎保育綠色網絡建置與監測計畫。行政院農業委員會林務局新竹林區管理處。
- 翁國精、劉建男、端木茂甯 (2021) 野生動物長期監測系統之之優化與資料整合計畫(1/4)。行政院農業委員會林務局主管一般科技計畫 110 農科-7.2.6-務-e1。
- 莊琬琪(2012)苗栗通霄地區石虎(*Prionailurus bengalensis chinensis*)及家貓(*Felis atus*)之食性分析。國立屏東科技大學野生動物保育研究所碩士論文。
- 陳盈如 (2020) 台灣石虎族群存續力分析。國立嘉義大學農學碩士在職專班碩士論文。

- 陳美汀、李璟泓、蔡世超、陳柏豪和吳佳其。2020a。臺中地區淺山生態系及石虎保育推動計畫(1)。行政院農委會林務局東勢林區管理處。
- 陳美汀、姜博仁、王玉婷、徐于璇、顏振暉和吳佳其。2020b。臺中地區石虎族群生態研究及保育教育推廣計畫。臺中市政府農業局。
- 陳美汀、曾建閔、魏正安、顏振暉、吳佳其 (2022) 110年度臺中地區石虎族群生態研究及保育教育推廣計畫。臺中市政府農業局。
- 陳美汀、曾建閔、謝雅燕、廖啟淳 (2022) 臺中地區淺山生態系及食虎保育推動計畫(3)。行政院農委會林務局東勢林區管理處。
- 陳美汀、劉威廷、張育誠、吳佳其、張毓琦、林佳宏 (2019) 107年度臺中地區石虎族群調查及石虎重要棲地與廊道改善評估。臺中市政府農業局。
- 裴家騏、姜博仁 (2004) 大武山自然保留區及其周邊地區雲豹及其他中大型哺乳動物之現況與保育研究(三)。行政院農業委員會林務局保育研究92-02號。
- 裴家騏、黃美秀、楊瑋誠、陳貞志、徐維莉、陳美汀、蔡其芯、梁又仁、潘怡如、王常宇 (2011) 瀕臨絕種野生動物保育醫學研究發展之石虎疾病研究 (1/1)。行政院農業委員會林務局100年度科技計畫研究報告。
- 劉建男、林金樹、林育秀 (2016) 南投地區石虎族群調查及保育之研究委託計畫(2/2)。行政院農業委員會林務局保育研究系列103-05號。
- 劉建男、陳宣汶 (2020) 108-109年度石虎保育行動綱領研擬與密度估算研究案。行政院農業委員會特有生物研究保育中心委辦計畫。
- 劉建男、顏全佑、羅丹笛 (2021) 石虎族群密度變動監測計畫。行政院農業委員會林務局。
- 顏全佑(2022)以自動相機估計南投地區石虎族群密度。國立嘉義大學森林暨自然資源學系研究所碩士論文。
- Bashir, T., T. Bhattacharya, K. Poudyal, S. Sathyakumar and Q. Qureshi

- (2013) Estimating leopard cat *Prionailurus bengalensis* densities using photographic captures and recaptures. *Wildlife Biology* 19:462-472.
- Borchers, D. L. and M. G. Efford (2008) Spatially explicit maximum likelihood methods for capture-recapture studies. *Biometrics* 64: 377-385.
- Chao, A. (2001) An overview of closed capture-recapture models. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics* 6: 158-175.
- Chen, C.-C., A.-M. Chang, T. Wada, M.-T. Chen and Y.-S. Tu (2019) Distribution of carnivore protoparvovirus 1 in free-living leopard cat (*Prionailurus bengalensis chinensis*) and its association with domestic carnivores in Taiwan. *PLoS ONE* 14(9): 1-10.
- Chen, M.-T., Y.-J. Liang, C.-C. Kuo and K. J.-C. Pei (2016) Home ranges, movements and activity patterns of leopard cats (*Prionailurus bengalensis*) and threats to them in Taiwan. *Mammal Study* 41: 77-86.
- Chua, M. A. H., N. Sivasothi and R. Meier (2016) Population density, spatiotemporal use and diet of the leopard cat (*Prionailurus bengalensis*) in a human-modified succession forest landscape of Singapore. *Mammal Research* 61: 99-108.
- Doherty, T. S., A. S. Glen, D. G. Nimmo, E. G. Ritchie and R. Dickman (2016) Invasive predators and global biodiversity loss. *Biological Sciences* 113(40):11261-11265.
- Doherty, T. S., C. R. Dickman, A. S. Glen, T. M. Newsome, D. G. Nimmo, E. G. Ritchie, A. T. Vanak, A. J. Wirsing (2017) The global impacts of domestic dogs on threatened vertebrates. *Biological Conservation* 210:56-59.
- Efford, M. (2004) Density estimation in live-trapping studies. *Oikos* 106: 598-610.
- Efford, M. G., D. K. Dawson, C. S. Robbins (2004) DENSITY: software for analysing capture-recapture data from passive detector arrays.

- Animal Biodiversity and Conservation 27: 217-228.
- Fantle-Lepczyk J., A. Taylor, D. C. Duffy, L. H. Crampton, S. Conant (2018) Using population viability analysis to evaluate management activities for an endangered Hawaiian endemic, the Puaiohi (*Myadestes palmeri*). *PLoS ONE*. 13(6): e0198952
- Jackson, R. M., J. D. Roe, R. Wangchuk and D. O. Hunter (2006) Estimating snow leopard population abundance using photography and capture-recapture techniques. *Wildlife Society Bulletin* 34: 772-781.
- Kano, T. (1930) The distribution and habit of mammals of Formosa (2). *Zoological magazine* 42: 165-173.
- Karanth, K. U. (1995) Estimating tiger *Panthera tigris* populations from camera-trapping data using capture-recapture models. *Biological Conservation* 71: 333-338.
- Karanth, K. U. and J. D. Nichols (1998) Estimation of tiger densities in India using photographic captures and recaptures. *Ecology* 79: 2852-2862.
- Karanth, K. U., J. D. Nichols, N. S. Kumar, and J. E. Hines (2006) Assessing tiger population dynamics using photographic capture-recapture sampling. *Ecology* 87: 2925-2937.
- Kelly, M. J., A. J. Noss, M. S. Di Bitetti, L. Maffei, R. L. Arispe, A. Paviolo, C. D. De Angelo and Y. E. Di Blanco (2008) Estimating puma densities from camera trapping across three study sites: Bolivia, Argentina, and Belize. *Journal of Mammalogy* 89(2):408-418.
- Lee, O., S. Lee, D.-H. Nam and H. Y. Lee (2014) Food habits of the leopard cat (*Prionailurus bengalensis euptilurus*) in Korea. *Mammal Study* 39: 43-46.
- Lorica, M. R. P. and L. R. Heaney (2013) Survival of a native mammalian Carnivore, the leopard cat *Prionailurus bengalensis* Kerr, 1792 (Carnivora: Felidae), in an agricultural landscape on an oceanic

- Philippine island. *Journal of Threatened Taxa* 5(10): 4451-4560.
- Loss, S. R., T. Will and P. P. Marra (2013) The impacts of free-ranging domestic cats on wildlife of the United States. *Nature Communication* 4:1396.
- Marnewick, K., P. J. Funston, and K. U. Karanth. (2008) Evaluating camera trapping as a method for estimating cheetah abundance in ranching areas. *South African Journal of Wildlife Research* 38:59–65.
- McCullough, D. R. (1974) Status of larger mammals in Taiwan. Tourism Bureau, Taipei, Taiwan. 35pp.
- 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(9): 1403-1417.
- Morrison C., C. Wardle, J. G. Castley (2016) Repeatability and reproducibility of population viability analysis (PVA) and the implications for threatened species management. *Front Ecol. Evol.* 4:98. doi: 10.3389/fevo.2016.00098
- Okamura, M., T. Doi, N. Sakaguchi, and M. Izawa (2000) Annual reproductive cycle of the Iriomote cat *Felis iriomotensis*. *Mammal Study* 25: 75-85.
- Otis, D. L., K. P. Burnham, G. C. White and D. R. Anderson (1978) Statistical inference from capture data on closed animal populations. *Wildlife Monographs* 62:3-135.
- 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.
- Rosas-Rosas, O. C. and L. C. Bender (2012) Population status of Jaguars (*Panthera onca*) and Pumas (*Puma concolor*) in northeastern Sonora, Mexico. *Acta Zoologica Mexicana* 28(1): 86-101.

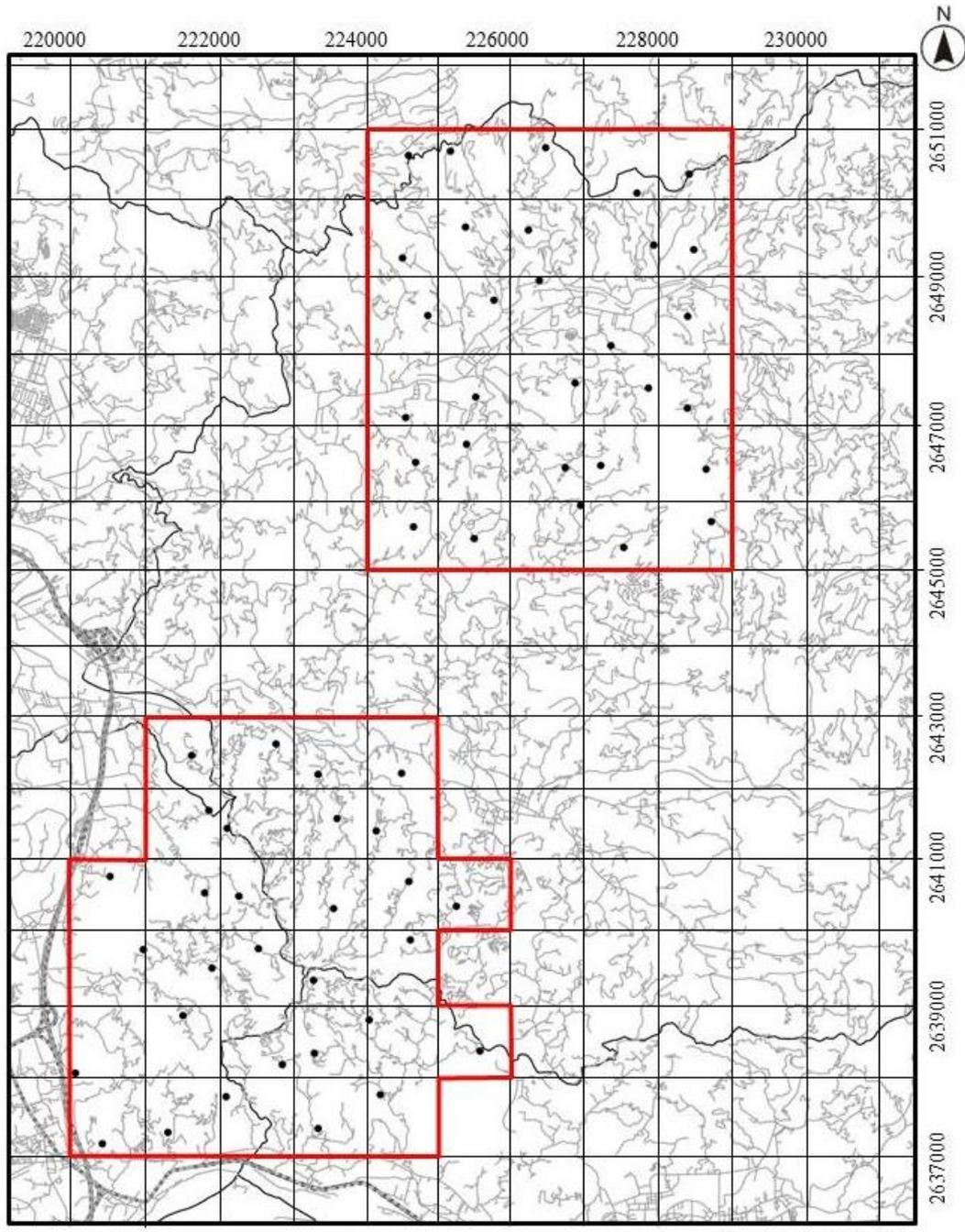
- Royle, J. A., and B. Gardner. (2011). Hierarchical spatial capture-recapture models for estimating density from trapping arrays. pp. 163-190. In A. F. O'Connell, J. D. Nichols and K. U. Karanth, eds. Camera Traps in Animal Ecology. Springer, Berlin. 271pp.
- Schmidt, K., N. Nakanishi, M. Izawa, M. Okamura, S. Watanabe, S. Tanaka, and T. Doi. (2009) The reproductive tactics and activity patterns of solitary carnivores: the Iriomote cat. *Journal of Ethology* 27: 165-174.
- Schofield, G., Katselidis, K. A., Dimopoulos, P. and J. D. Pantis (2008) Investigating the viability of photo-identification as an objective tool to study endangered sea turtle populations. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 360: 103-108.
- Shehzad, W., T. Riza, M. A. Nawaz, C. Miquel, C. Poillot, S. A. Shah, F. Pompanon, E. Coissac and P. Taberlet (2012) Carnivore diet analysis based on next-generation sequencing: application to the leopard cat (*Prionailurus bengalensis*) in Pakistan. *Molecular Ecology* 21: 1951-1963.
- Trolle, M. and M. Kery (2003) Estimation of ocelot density in the Pantanal using capture–recapture analysis of camera-trapping data. *Journal of Mammalogy* 84(2): 607-614.
- Vitekere, K., L. M. Lango, J. Wang, M. Zhu, G. Jiang, and Y. Hua (2021) Threats to site occupation of carnivores: a spatiotemporal encroachment of non-native species on the native carnivore community in a human-dominated protected area. *Zoological Studies* 60:52.
- Wallace, R. B., H. Gomez, G. Ayala and F. Espinoza (2003) Camera trapping for jaguar (*Panthera onca*) in the Tuichi valley, Bolivia. *Journal of Neotropical Mammalogy* 10(1): 133-139.
- Wang, S. W., D. W. Macdonald (2009) The use of camera traps for

estimating tiger and leopard populations in the high altitude mountains of Bhutan. *Biological Conservation* 142: 606-613.

Watanabe S., N. Nakanishi and M. Izawa (2003) Habitat and prey resource overlap between the Iriomote cat *Prionailurus iriomotensis* and introduced feral cat *Felis catus* based on assessment of scat content and distribution. *Mammal Study* 28: 47-56.

Yen, S.-C., Y.-T. Ju, P. -J. L. Shaner, and H.-L. Chen (2019) Spatial and temporal relationship between native mammals and free-roaming dogs in a protected area surrounded by a metropolis. *Scientific Reports* 9:8161.

附錄 1. 劉建男與陳宣汶(2020)在南投中寮地區所建立的兩個各 30 km² 的樣區，每一個樣區又細分為 30 個 1 km² 的網格。左下為第一樣區、右上為第二樣區。



(座標：TM297)

- 樣區(南邊第1樣區、北邊第2樣區)
- 相機點位
- 道路
- 鄉鎮界

附錄 2. 2021 年 3 月 11 日至 2023 年 2 月 1 日在南投中寮樣區各樣點各物種的出現頻度指數(OI 值)

	人類	臺灣 獼猴 (隻)	臺灣 獼猴 (群)	犬 (隻)	犬 (群)	貓	石虎	食蟹獾	白鼻心	鼬獾	穿山甲	水鹿	山羌
A01	0.06	0.00	0.00	0.60	0.48	0.36	0.54	0.90	20.56	1.44	2.95	0.00	0.00
A02	1.20	8.78	3.91	0.90	0.66	0.06	1.56	1.02	10.76	14.73	0.00	0.00	0.00
A03	0.24	0.06	0.06	0.66	0.42	0.00	2.28	1.26	4.03	0.54	0.30	0.00	0.00
A04	1.02	0.00	0.00	0.54	0.30	0.12	1.44	0.00	4.81	1.80	0.06	0.00	0.12
A05	0.00	0.00	0.00	13.89	9.86	6.61	0.54	0.06	5.17	3.49	0.00	0.00	0.00
A06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.00	0.36	1.74	5.53	0.30	0.00	0.00
A07	0.06	0.60	0.42	0.12	0.12	1.08	1.74	0.72	9.26	17.38	0.36	0.00	0.00
A08	0.12	0.00	0.00	0.84	0.60	0.00	0.60	0.24	4.33	2.41	0.18	0.00	0.12
A09	0.06	0.06	0.06	1.80	0.72	0.00	1.32	0.06	6.07	1.26	0.12	0.00	0.00
A10	0.42	0.00	0.00	0.42	0.12	0.00	1.56	0.78	4.03	4.69	0.24	0.00	0.00
A11	3.85	0.60	0.60	6.97	3.31	0.12	1.86	0.24	1.56	1.08	0.12	0.00	0.00
A12	0.48	0.54	0.42	6.13	4.03	2.41	0.30	0.06	1.32	4.69	0.00	0.00	0.06
A13	1.62	0.00	0.00	0.78	0.66	0.24	0.54	0.48	12.33	1.50	0.00	0.00	0.00
A14	1.14	0.00	0.00	0.66	0.36	0.00	1.14	0.42	3.97	2.34	0.18	0.00	0.12
A15	0.60	0.06	0.06	0.00	0.00	0.60	0.18	0.00	3.43	2.16	0.00	0.00	0.00
A16	1.74	0.18	0.18	0.72	0.42	0.12	4.09	0.24	1.68	1.20	0.18	0.00	0.00
A17	0.06	0.00	0.00	3.67	2.71	0.36	0.78	0.12	5.29	5.95	0.06	0.00	0.36
A18	0.24	0.00	0.00	1.62	0.96	0.06	1.92	0.60	11.06	1.74	0.00	0.00	0.00
A19	0.60	0.12	0.12	0.90	0.60	0.06	0.42	0.18	5.29	0.90	0.30	0.00	0.00
A20	0.00	0.00	0.00	0.30	0.18	0.00	0.36	0.18	2.53	2.34	0.06	0.00	0.00
A21	0.06	0.00	0.00	1.38	0.90	0.00	1.92	0.84	5.41	13.35	0.12	0.00	0.00
A22	1.20	0.00	0.00	3.19	1.08	0.18	0.96	0.84	4.87	16.59	0.12	0.00	0.06
A23	0.00	0.24	0.18	1.92	0.84	0.18	0.72	1.32	24.17	2.83	0.30	0.00	0.00
A24	0.24	0.24	0.24	1.56	0.66	0.12	0.60	0.36	16.65	1.44	0.24	0.00	0.00
A25	2.04	0.00	0.00	0.72	0.48	0.00	1.14	0.24	6.01	7.09	0.00	0.00	0.00
A26	0.06	0.06	0.06	6.19	3.25	0.18	2.83	0.24	4.63	2.34	0.12	0.00	0.00
A27	0.00	0.00	0.00	0.72	0.42	0.00	0.78	0.06	7.34	3.55	0.06	0.06	0.00
A28	0.84	0.06	0.06	2.53	1.20	0.12	0.84	0.54	3.37	0.84	0.06	0.00	0.00
A29	0.24	0.00	0.00	2.34	1.32	0.12	0.36	0.24	3.25	3.37	0.00	0.00	0.00
A30	0.30	0.00	0.00	2.59	1.68	1.56	1.62	0.90	2.47	1.56	0.12	0.00	0.06
平均	0.62	0.39	0.21	2.16	1.28	0.50	1.17	0.45	6.58	4.34	0.22	0.002	0.03

附錄 2(續). 2021 年 3 月 11 日至 2023 年 2 月 1 日在南投中寮樣區各樣點
各物種的出現頻度指數(OI 值)

	臺灣 野山羊	臺灣 野豬	臺灣 野兔	赤腹 松鼠	大赤 鼯鼠	鼠科鼠 類及鼯 形目	灰林鴿	翠翼鳩	金背鳩	珠頸 斑鳩	不知名 鸚	虎鸚	黑喉 噪眉
A01	0.00	0.00	0.00	0.66	0.00	0.96	0.00	2.83	0.00	0.06	0.00	1.08	0.06
A02	0.00	0.00	0.00	3.25	0.00	5.53	0.00	13.23	0.00	0.06	0.00	0.30	0.48
A03	0.00	0.06	0.00	7.15	0.00	0.54	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.54	0.00
A04	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.60	0.00	0.24	0.06	0.00	0.12	0.48	0.06
A05	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.48	0.00	1.50	0.18	0.06	0.00	0.12	0.00
A06	0.00	0.12	0.00	3.25	0.00	0.84	0.00	6.13	0.00	0.00	0.54	0.12	0.00
A07	0.00	0.42	0.00	4.57	0.06	2.47	0.00	1.74	0.00	0.00	0.42	0.54	0.00
A08	0.00	0.00	0.00	0.54	0.00	0.12	0.00	5.53	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00
A09	0.00	0.06	0.00	0.12	0.00	0.48	0.00	0.48	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00
A10	0.00	0.00	0.00	1.02	0.00	1.20	0.00	5.95	0.54	0.12	0.06	0.54	0.00
A11	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.72	0.00	1.56	1.92	0.06	0.00	0.24	0.00
A12	0.00	0.00	0.00	0.54	0.00	0.30	0.00	8.90	0.00	0.00	0.06	0.24	0.00
A13	0.00	0.00	0.00	3.31	0.00	0.90	0.00	18.76	0.00	1.14	0.00	0.06	0.00
A14	0.00	0.30	0.00	1.08	0.00	0.90	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00
A15	0.00	0.00	0.00	0.66	0.00	0.48	0.00	0.36	0.24	0.00	0.00	2.04	0.00
A16	0.00	0.00	0.00	3.37	0.00	0.48	0.00	15.99	0.48	0.18	0.00	0.00	0.00
A17	0.00	0.00	0.00	0.84	0.00	0.42	3.97	3.67	0.18	0.00	2.34	1.02	0.00
A18	0.00	0.00	0.00	0.78	0.00	0.24	0.00	18.10	0.12	0.12	0.00	0.00	0.00
A19	0.00	0.06	0.00	1.80	0.00	0.66	0.00	8.90	0.00	0.00	0.00	0.12	0.12
A20	0.00	0.00	0.00	0.72	0.00	1.50	0.00	6.31	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00
A21	0.00	0.00	0.00	0.24	0.00	0.60	0.00	11.06	0.00	0.12	0.00	0.00	2.89
A22	0.00	0.00	0.00	0.42	0.00	0.30	0.00	0.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A23	0.06	0.06	0.00	1.02	0.00	1.86	0.00	1.62	0.00	0.00	0.00	0.18	0.06
A24	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00	1.26	0.00	3.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18
A25	0.00	0.00	0.12	0.12	0.06	0.00	0.00	1.26	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00
A26	0.00	0.00	0.00	0.54	0.00	0.18	0.00	1.62	2.28	0.06	0.00	0.24	0.00
A27	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.30	0.00	5.71	0.06	0.00	0.00	0.06	0.00
A28	0.00	0.00	0.00	0.36	0.06	0.48	0.00	3.49	0.00	0.06	0.00	0.06	0.12
A29	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.96	0.00	15.09	0.06	0.30	0.00	0.12	0.00
A30	0.00	0.00	0.00	1.14	0.00	2.10	0.00	1.02	0.12	0.24	0.00	0.36	0.00
平均	0.00	0.04	0.00	1.32	0.01	0.93	0.13	5.58	0.21	0.09	0.12	0.31	0.13

附錄 2(續). 2021 年 3 月 11 日至 2023 年 2 月 1 日在南投中寮樣區各樣點
各物種的出現頻度指數(OI 值)

	白眉鶇	白腹鶇	赤腹鶇	烏灰鶇	八色鳥	樹鵲	黃頭鷺	黑冠 麻鷺	麻鷺	白腰 鵲鶇	野鵲	黃尾鵲	斑文鳥
A01	0.00	0.24	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	2.71	0.00	0.96	0.12	0.00	0.00
A02	0.12	0.18	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	0.00	5.71	0.00	0.00	0.00
A03	0.18	0.24	0.36	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.54	0.00	0.00	0.00
A04	0.00	0.06	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.48	0.00	0.24	0.00	0.00	0.00
A05	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00
A06	0.00	1.26	0.48	0.00	0.00	0.00	0.48	1.62	0.12	1.02	0.18	0.00	0.00
A07	0.12	0.90	0.48	0.00	0.00	0.06	0.00	0.42	0.00	1.80	0.00	0.00	0.00
A08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.66	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00
A09	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.90	0.00	0.00	0.00
A10	0.00	0.06	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00
A11	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	1.56	0.00	0.12	0.00	0.00	0.12
A12	0.00	0.66	0.60	0.00	0.00	0.06	0.00	0.60	0.00	1.14	0.12	0.00	0.00
A13	0.00	0.42	0.90	0.00	0.00	0.06	0.00	0.06	0.00	2.83	0.00	0.00	0.00
A14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00	0.00	0.00
A15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.06	0.00	0.24	0.00	0.00	0.00
A16	0.00	0.06	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.00	1.32	0.00	0.00	0.00
A17	0.18	0.96	0.12	0.00	0.18	0.00	0.42	7.40	0.00	1.80	0.00	0.00	0.00
A18	0.00	0.18	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	0.00	4.75	0.06	0.06	0.00
A19	0.00	0.24	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	1.20	0.00	0.00	0.00
A20	0.00	0.36	0.06	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	1.74	0.54	0.00	0.12
A21	0.00	0.12	0.12	0.00	0.54	0.18	0.00	0.00	0.00	9.62	0.24	0.00	0.00
A22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	1.44	0.00	0.36	0.00	0.00	0.00
A23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.30	0.00	0.12	0.00	2.04	0.00	0.00	0.00
A24	0.00	0.12	0.18	0.30	0.06	0.00	0.00	0.18	0.00	0.78	0.06	0.00	0.00
A25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00
A26	0.00	0.30	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	10.70	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00
A27	0.00	0.36	0.12	0.00	0.18	0.00	0.00	3.19	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00
A28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.66	0.12	0.00	0.48	0.00	3.25	0.00	0.00	0.00
A29	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	2.83	0.00	0.00	0.00
A30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.60	0.00	0.42	0.00	0.00	0.00
平均	0.02	0.22	0.15	0.01	0.06	0.04	0.03	1.21	0.004	1.62	0.04	0.00	0.01

附錄 2(續). 2021 年 3 月 11 日至 2023 年 2 月 1 日在南投中寮樣區各樣點
各物種的出現頻度指數(OI 值)

	白腰 文鳥	白頭翁	山紅頭	頭烏線	黑枕 藍鶺鴒	山鵲鴿	臺灣 畫眉	大彎嘴 畫眉	小彎嘴 畫眉	繡眼 畫眉	灰腳 秧雞	藍腹鵲	家雞
A01	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.12	0.00	0.00
A03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
A04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00
A08	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00
A09	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.84	0.00
A10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00
A11	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.06	0.00
A13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00
A14	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00
A15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.66	0.00	0.00	0.00	0.00
A17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.06	0.00
A18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.06	0.00	0.36	0.00	1.44	0.00	0.00
A19	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00
A20	0.30	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.42	0.00	0.18	0.06	0.00
A21	0.12	0.00	0.00	0.12	0.12	0.00	0.36	0.18	1.68	1.02	0.36	0.00	0.00
A22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	0.00	0.00	0.06	0.00
A24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	0.00	0.00	0.06	0.00
A27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A28	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.42	0.00	0.00
A29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.66	0.00	0.00	0.00	0.00
平均	0.03	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.02	0.01	0.19	0.03	0.08	0.04	0.002

附錄 2(續). 2021 年 3 月 11 日至 2023 年 2 月 1 日在南投中寮樣區各樣點
各物種的出現頻度指數(OI 值)

	竹雞 (隻)	竹雞 (群)	鳳頭 蒼鷹	蒼鷹	大冠鷲	領角鴉	不知名 鳥	不知名 動物	不知名 蝙蝠	不知名 蜥蜴	不知名 蛇	不知名 蛙	無脊椎
A01	2.53	1.62	0.00	0.00	0.84	0.00	0.24	1.50	0.00	0.12	0.00	0.00	0.18
A02	3.37	2.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.48	0.96	0.00	0.12	0.00	0.06	0.06
A03	2.53	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.56	0.54	0.00	0.06	0.06	0.00	0.00
A04	0.48	0.12	0.06	0.00	0.06	0.00	0.06	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
A05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	1.26	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00
A06	0.24	0.12	0.06	0.00	0.12	0.00	0.18	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A07	0.72	0.54	0.00	0.00	0.30	0.00	0.18	1.26	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00
A08	0.60	0.24	0.12	0.00	0.30	0.00	0.06	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.18	0.36	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00
A10	0.36	0.30	0.00	0.00	0.06	0.00	0.06	0.12	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00
A11	1.26	0.66	0.00	0.00	0.12	0.00	0.06	0.36	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00
A12	0.60	0.30	0.00	0.00	0.06	0.00	0.24	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A13	3.13	2.10	0.06	0.00	0.00	0.00	0.12	0.84	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00
A14	9.92	5.05	0.06	0.06	0.06	0.00	0.18	0.06	0.00	0.06	0.00	0.06	0.18
A15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.36	0.00	0.18	0.00	0.00	0.00
A16	2.41	1.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A17	0.24	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	0.48	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
A18	4.15	2.83	0.00	0.00	0.12	0.00	0.66	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
A19	0.18	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A20	4.03	3.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.54	0.30	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00
A21	5.23	3.37	0.00	0.00	0.00	0.12	1.68	1.56	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00
A22	2.28	1.38	0.12	0.00	0.12	0.06	0.00	0.12	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00
A23	2.10	1.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A24	0.12	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.48	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00
A25	0.66	0.54	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12
A26	1.50	1.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.42	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A27	0.06	0.06	0.00	0.00	0.72	0.00	0.30	0.42	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00
A28	6.79	3.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A29	3.25	1.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.18	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00
A30	2.65	1.74	0.00	0.00	0.06	0.00	0.06	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均	2.05	1.23	0.02	0.002	0.11	0.01	0.31	0.56	0.002	0.04	0.01	0.01	0.02

附錄 3-1. 第一週期(2021 年 3 月 11 日至 5 月 12 日)捕捉史矩陣

個體編號	捕捉回合								
	一	二	三	四	五	六	七	八	九
L01	.	.	.	A02	.	.	.	.	.
L02	A03	.	A04	A03	A14	A03	A03、18	.	.
L03	A03	.	.	.	.
L04	.	A10	.	.	.	.	.	A16	.
L05	A11	A11	.	.
L06	A11	.
L07	A13	.	.
L08	.	.	A30	.	.	.	A16	A26	A25
L09	.	.	A21	.	.	.	A16	A21	.
L10	A17	.	.	.	.
L11	.	A18	.	.	.	.	.	.	.
L12	A23	.	A23	.
L13	A25、26、30	.
L14	A26	.	A25、26	.
L15	A25	.
L16
L17
L18
L19
L20
L21
L22
L23
L24
L25
L26
L27
L28
L29
L30
L31
L32
L33
L34
L35
L36
L37
L38
L39
L40

附錄 3-2. 第二週期(2021年5月13日至7月14日)捕捉史矩陣

個體編號	捕捉回合								
	一	二	三	四	五	六	七	八	九
L01
L02	.	.	A02	.	.	A03	A02	.	A09
L03
L04	A16	.	.	.	.	.	.	.	.
L05
L06
L07
L08	A16	.	.	.	A16	.	A25	A16、30	A30
L09	A16	.	.	A26	A14、16	A21	A26	A16	A26
L10
L11
L12
L13
L14	A26	.	.	A25
L15
L16	A02	.
L17	A03	.	.
L18	.	.	.	A19、20	A14	A14	A14	.	A19
L19	A15	.	.	.	.	.	.	.	.
L20	A28	A28	A28
L21	A05	.	.	.	.
L22	.	.	.	A23	.	.	.	.	.
L23	.	A10	A10	.	.	.	.	.	.
L24	.	A11	.	.	.	.	.	.	.
L25
L26
L27
L28
L29
L30
L31
L32
L33
L34
L35
L36
L37
L38
L39
L40

附錄 3-3. 第三週期(2021 年 7 月 15 日至 9 月 15 日)捕捉史矩陣

個體編號	捕捉回合								
	一	二	三	四	五	六	七	八	九
L01
L02	A02	A14	.
L03
L04	.	.	A10	A21	.	.	.	.	.
L05
L06
L07
L08	.	.	A29	.	.	A16	.	.	.
L09	A26	.	.	.	.	.	A16	.	A16
L10
L11	A07	.	.	.	.	.	.	.	.
L12	.	.	.	A27	.	.	.	.	.
L13
L14	A20	A26	.	A25	.	.	.	.	A26
L15
L16	.	.	A02	.	.	.	.	.	.
L17	.	A03	.	.	.	.	.	A03	.
L18
L19	A28	.	.
L20
L21
L22	.	A23	.	.	.	.	.	.	A03
L23
L24	.	.	.	A11	.	A11	.	A11	.
L25	A11	.	.
L26	A03	.	A03	.	.	.	.	.	.
L27	A19	.	.	.	.
L28	.	.	A22	.	.	.	.	.	.
L29	A28	.	.
L30	.	.	A04	.	.	.	.	.	A09
L31
L32
L33
L34
L35
L36
L37
L38
L39
L40

附錄 3-4. 第四週期(2021 年 9 月 16 日至 11 月 17 日)捕捉史矩陣

個體編號	捕捉回合								
	一	二	三	四	五	六	七	八	九
L01
L02	.	.	A02	.	A09	.	A02、03	.	.
L03
L04	.	.	.	A11、16	A10	A10、16	.	.	A04
L05	A11	.	.	.	.
L06
L07
L08	A16	.	.	A16、30	A30	A16、22、29	A16	A25	A16
L09	A16、26	A16、21	A16	A26	.	.	.	A16	A16
L10
L11	.	.	A12	A18	.	.	.	A12	.
L12
L13
L14	.	A20、25	.	.	A20	A26	A26	.	.
L15
L16	A02	.	.	.	.
L17	A03
L18	.	.	.	A14	.	.	.	.	.
L19	A23	.
L20	.	A28	.	.	.	.	.	.	.
L21	A05	.	.	.	.
L22	A04	.	.	.	A09	.	.	.	.
L23	.	.	.	A10	.	A10	A18	.	.
L24
L25
L26	A08	A09	.	.
L27	.	.	A03	.	.	.	.	.	.
L28	A22	A22	A22	.	.	.	.	.	.
L29	A22	A28	.
L30	.	.	A04	A09	.	.	.	.	.
L31
L32
L33
L34
L35
L36
L37
L38
L39
L40

附錄 3-5. 第五週期(2021 年 11 月 18 日至 2022 年 1 月 19 日)捕捉史矩陣

個體編號	捕捉回合								
	一	二	三	四	五	六	七	八	九
L01
L02	.	.	.	A02	.	.	A02	A03	.
L03	A04	.	.	.	.
L04	A09	.	.	A11	A10	.	.	A04、11	.
L05
L06
L07
L08	A21	.	A16、30	A16	.	A30	A16、21、22、26、30	A16、22、30	A16、30
L09	.	A16	A16	.	A21	.	A16、21	A21	.
L10
L11
L12
L13
L14	.	A25	.	.	.	A26	.	.	A26
L15
L16	.	.	A02	.	.	.	A02	.	.
L17	A03	A03	.	.	.	.	.	.	A03
L18
L19	A24、28	A24
L20	A17	.	A18	A28、29	A29	A18	A23	A23	.
L21
L22
L23	.	A10	.	.	.	.	.	A10	.
L24	A11	.	.	.	.
L25
L26
L27
L28	.	.	A30	.	A21	.	A21	A21	A21
L29	A22	.
L30
L31	.	.	.	A07	.	.	.	.	.
L32	.	.	.	A21	.	.	.	.	.
L33
L34
L35
L36
L37
L38
L39
L40

附錄 3-6. 第六週期(2022 年 1 月 20 日至 3 月 23 日)捕捉史矩陣

個體編號	捕捉回合								
	一	二	三	四	五	六	七	八	九
L01
L02	.	A07	A14	A02	A03	.	.	A02、17、18	A18
L03
L04	.	.	.	A10	.	A10	.	A10	.
L05
L06
L07
L08	A16、30	A16	.	.	.	A21、26	A30	.	.
L09	A21	A16	A16	A21	.	A16	A21	.	.
L10
L11	.	.	.	A18	.	.	.	.	.
L12	.	.	.	A27	.	.	A27	.	.
L13
L14	.	A26	A26	.	.	.	A25	A26	.
L15
L16	A01	.	.	.	A01、02	.	.	.	A01
L17	A03	.
L18	A14、24	A18	.	.	.	.	.	.	.
L19
L20	A18	A24、29	.	.	.	.	.	.	.
L21	A10	.
L22
L23
L24	.	.	A11	.	.	A11	A11	.	.
L25
L26	A09	.	.	.	.	A09	.	.	A09
L27	.	.	A03	.	A03	.	A07	A07	A07
L28	.	A21、30	A21、30	A21、30	.	.	.	.	A16
L29
L30
L31	A07	.	.	.	.	.	.	.	.
L32	.	.	A20	.	.	.	.	.	.
L33	A08
L34	.	.	A14	.	.	.	.	.	.
L35
L36
L37
L38
L39
L40

附錄 3-7. 第七週期(2022年3月24日至5月25日)捕捉史矩陣

個體編號	捕捉回合								
	一	二	三	四	五	六	七	八	九
L01
L02	A14、18	.	.	A02	A10	.	.	.	.
L03
L04	.	A03	.	.	.	.	.	.	A10
L05
L06
L07
L08	.	A30	.	.	A16	A16、26	.	.	A11、26
L09	.	.	A16	.	A21	.	.	.	.
L10
L11	.	A18	.	.	.	.	.	A17	.
L12
L13
L14	A25、26	.	A26、30	A26	.	.	.	.	A20
L15
L16	.	A01	.	A02	A01、02	.	A02	A03	.
L17	.	.	A03	.	.	.	.	A03	.
L18	A14、19	A14、18	.	A14	.	.	.	.	.
L19
L20
L21	A05	.	.
L22
L23
L24	.	.	.	A11	.	.	.	.	.
L25
L26	A09	.	.	.
L27	A07	.	.	.	.
L28
L29
L30	A04、09
L31	.	.	A07	.	.	A13	.	.	.
L32	A27	.
L33
L34
L35	A28	.	.	.
L36
L37
L38
L39
L40

附錄 3-8. 第八週期(2022 年 5 月 26 日至 7 月 27 日)捕捉史矩陣

個體編號	捕捉回合								
	一	二	三	四	五	六	七	八	九
L01
L02	A09	.	.	.	.	.	.	.	.
L03
L04	A09	.	A04	.
L05
L06
L07
L08	.	A26	A16、30	A26	A11	A29、30	.	.	.
L09	.	A21	A21	.	.	.	.	.	.
L10
L11	.	A18	A17	A18	.	.	.	.	.
L12	A27	.	A27	.	.
L13
L14	A26	.	.
L15
L16
L17
L18	A19	.	.	.
L19
L20
L21	.	.	A05	.	.	.	.	.	.
L22
L23	A10	.	.	.
L24	A11	A11	.	.	.	A11	.	.	A11
L25
L26	A08	A09	.	A09	.	.	.	.	.
L27
L28	A30	.	.	A22
L29
L30	A04	.	.	.	.
L31	.	.	A13	.	.	A07	.	A07	.
L32	A17	.	.
L33
L34
L35
L36
L37
L38
L39
L40

附錄 3-9. 第九週期(2022 年 7 月 28 日至 9 月 28 日)捕捉史矩陣

個體編號	捕捉回合								
	一	二	三	四	五	六	七	八	九
L01
L02
L03
L04	.	A02	A15	.	.	.	A04	.	A01
L05
L06
L07
L08
L09	.	A16	A16	.	.	.	A16	.	.
L10
L11	.	.	.	A12	.	.	.	.	.
L12
L13
L14	A26	A25	.	.
L15
L16	.	A02	.	.	.	.	.	.	.
L17	.	.	A03	A03	.	A03	.	.	A03
L18	.	.	.	A18	.	.	.	.	A14
L19	A23	.
L20
L21
L22
L23	.	A09	A09	A10	.	.	.	.	.
L24	A11	.	A11	.	.	.	.	A11	.
L25	A16
L26	A09	.	A08	.	.
L27	.	.	.	A07	.	A07	.	A07	A07
L28
L29
L30	A04	.	A04	.	.
L31	.	A07	.	.	A07	.	A13	A07	.
L32
L33
L34
L35
L36	.	.	.	A04	.	.	.	.	.
L37	.	A24	.	.	.	.	.	.	.
L38
L39
L40

附錄 3-10. 第十週期(2022 年 9 月 29 日至 11 月 30 日)捕捉史矩陣

個體編號	捕捉回合								
	一	二	三	四	五	六	七	八	九
L01
L02
L03
L04	.	A04	.	.	.	A07	.	A03	.
L05
L06
L07
L08
L09	A16	.	.	.	.	.	.	.	.
L10
L11	.	.	A18	.	.	.	.	.	A18
L12	.	A27	.	.	.	.	.	A27	.
L13
L14	A26	A26	A26	.	.	.	A26	.	A25
L15
L16	.	.	A02	.	.	.	.	.	.
L17	.	A09	.	.	.	.	.	.	.
L18	.	.	A18	A18	.	A18	.	.	.
L19	A24	.	.	.	.	.	A23	.	A24
L20
L21
L22
L23	A09	.	.	.	.
L24	A11	.	.	.	A11	.	.	.	.
L25	A16	.	.	.	.	.	.	.	A16
L26
L27	.	A07	.	.	.	.	.	.	.
L28	A30	.	.	.	.
L29
L30	A04	A04	.	.	.	.	.	.	.
L31	.	A07	.	A07、13	.	.	.	.	.
L32	.	.	A17	.	.	.	.	.	.
L33
L34
L35
L36	A04	.	.	.	.
L37
L38	A08	.	.	.	.
L39	A30	.	A30
L40

附錄 3-11. 第十一週期(2022 年 12 月 1 日至 2023 年 2 月 1 日)捕捉史矩陣

個體編號	捕捉回合								
	一	二	三	四	五	六	七	八	九
L01
L02
L03
L04	.	.	.	A11	.	A10	.	.	A10
L05
L06
L07
L08
L09	.	.	A16	.	.	.	.	.	.
L10
L11	.	.	A18	.	.	.	.	.	.
L12	A27	A27	.	.	.	.	.	.	.
L13
L14	A26	.	.	.	.	.	.	.	.
L15
L16	A01	.	.	.	.
L17
L18
L19
L20
L21
L22
L23	A09	.	.	A10
L24
L25	A11	.	.	.	.	.	.	.	.
L26	A18	.	A24	.
L27
L28	A07	.	.	.	.
L29
L30
L31	.	.	A13	.	.	A13	.	.	.
L32	.	A12、18	.	.	A19	A17	A17、18	.	.
L33
L34
L35
L36
L37	.	A18	.	.	.	.	.	.	.
L38
L39	A30	.	.	.	.	.	.	.	.
L40	.	A27	.	.	A27	.	.	.	.

附錄 4. 2021 年 3 月 11 日至 2023 年 2 月 1 日南投中寮樣區 112 隻可辨識犬隻在不同週期出現紀錄

個體 編號	週期										
	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一
D01											
D02											
D03											
D04											
D05											
D06											
D07											
D08											
D09											
D10											
D12											
D13											
D15											
D16											
D17											
D18											
D19											
D20											
D21											
D22											
D23											
D24											
D25											
D26											
D27											
D28											
D29											
D30											
D31											
D32											
D33											
D34											
D35											
D36											
D37											
D38											
D39											
D40											

註：編號 D011、D014、D083、D095 確認與其他編號個體重複，故刪除。編號 D45、D48、D50、D54 及 D76 推測為獵犬，以*表示。

附錄 4(續). 2021 年 3 月 11 日至 2023 年 2 月 1 日南投中寮樣區 112 隻可辨識犬隻在不同週期出現紀錄

個體 編號	週期										
	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一
D41	■	■									
D42	■	■									
D43	■	■	■	■	■						
D44	■	■	■	■	■						
D45*	■	■		■	■	■					
D46	■	■									
D47	■	■				■	■			■	■
D48*	■	■	■	■	■						
D49	■	■		■	■						
D50*	■	■	■	■		■	■				
D51	■	■									
D52	■	■	■	■							
D53	■	■									
D54*	■	■		■	■	■					
D55	■	■			■	■					
D56	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
D57	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
D58	■	■			■	■	■	■	■	■	■
D59	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
D60	■	■									
D61	■	■	■	■							
D62	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■
D63	■	■			■	■	■	■	■	■	■
D64	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
D65	■	■									
D66	■	■									
D67	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
D68	■	■			■	■	■	■	■	■	■
D69	■	■			■	■	■	■	■	■	■
D70	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
D71	■	■									
D72	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
D73	■	■			■	■	■	■	■	■	■
D74	■	■			■	■	■	■	■	■	■
D75	■	■			■	■	■	■	■	■	■
D76*	■	■									
D77	■	■			■	■	■	■	■	■	■
D78	■	■			■	■	■	■	■	■	■

註：編號 D011、D014、D083、D095 確認與其他編號個體重複，故刪除。編號 D45、D48、D50、D54 及 D76 推測為獵犬，以*表示。

附錄 4(續). 2021 年 3 月 11 日至 2023 年 2 月 1 日南投中寮樣區 112 隻可辨識犬隻在不同週期出現紀錄

個體 編號	週期										
	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一
D79					■	■	■	■			
D80					■	■	■	■			
D81					■	■	■	■			
D82					■	■	■	■			
D84					■	■	■	■			
D85					■	■	■	■			
D86					■	■	■	■		■	
D87					■	■	■	■		■	
D88					■	■	■	■			
D89					■	■	■	■			
D90					■	■	■	■			■
D91					■	■	■	■			■
D92					■	■	■	■			■
D93					■	■	■	■			■
D94					■	■	■	■			■
D96					■	■	■	■			■
D97					■	■	■	■			■
D98					■	■	■	■			■
D99					■	■	■	■			■
D100					■	■	■	■			■
D101					■	■	■	■			■
D102					■	■	■	■			■
D103					■	■	■	■			■
D104					■	■	■	■			■
D105					■	■	■	■			■
D106					■	■	■	■			■
D107					■	■	■	■			■
D108					■	■	■	■			■
D109					■	■	■	■			■
D110					■	■	■	■			■
D111					■	■	■	■			■
D112					■	■	■	■			■
D113					■	■	■	■			■
D114					■	■	■	■			■
D115					■	■	■	■			■
D116					■	■	■	■			■
隻數	37	30	21	24	36	32	22	8	9	10	21
新個體數		16	6	8	16	9	6	1	3	3	7
新個體 比例(%)		53	29	33	44	28	27	13	33	30	33

註：編號 D011、D014、D083、D095 確認與其他編號個體重複，故刪除。編號 D45、D48、D50、D54 及 D76 推測為獵犬，以*表示。

附錄 5. 2021 年 3 月 11 日至 2022 年 2 月 1 日南投中寮樣區 37 隻可辨識貓
隻出現週期

個體編號	週期										
	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一
C01	■		■			■	■		■		
C02	■										
C03			■								
C04	■	■		■				■		■	■
C05	■										
C06				■	■	■	■				
C07	■										
C08	■										
C09	■	■	■		■						■
C10		■								■	
C11		■									
C12		■	■	■							
C13		■							■		
C14			■								■
C15			■	■	■	■	■				
C16				■							
C17					■						
C18				■							
C19				■							
C20					■						
C21						■	■				
C22						■	■				
C23						■	■				
C24						■	■				
C25						■	■				
C26						■	■				
C27											■
C28						■			■		
C29							■	■		■	■
C30							■	■		■	■
C31							■	■	■	■	■
C32							■	■	■	■	■
C33								■			
C34								■		■	
C35											■
C36											■
C37											■
個體數	9	6	6	7	5	11	6	6	5	5	9
新個體數		4	2	3	2	8	4	2	0	0	3
新個體 比例(%)		67	33	43	40	73	67	33	0	0	33

附錄 6. 期中報告審查意見回覆對照表

一、 時間：111 年 10 月 7 日（星期五）上午 9 時 30 分

二、 地點：本局 5 樓會議室

三、 主持人：羅組長尤娟

審查委員	審查意見	意見回覆
林良恭委員	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建議針對 30 樣點中，調查周期內超過平均值的周期進行比較分析，瞭解哪一樣點可被認為石虎重要棲地及探討其樣點之食物資源或犬貓出沒狀況。 2. 本計畫目前共執行八週期，其中第一及第七、第二及第八，恰好是不同年度相同月份，建議將相同月份一起比較分析年間變動。 3. P19 建議多加說明樣點之石虎 OI 值與辨識個體相關性及其生態意義。 4. 建議呈現 35 隻可辨識個體在周期出沒的已知個體及新加入個體之比例，以了解新加入個體在何周期，及是否朝向全部為已知個體達穩定趨勢，另簡報中亦提及 turnover rate，建議再多加說明。 5. 可辨識個體數在表 2 及表 3 之數字在第二至第六周期有落差。 6. 圖 4 建議呈現出不同周期數之樣點。 7. 表 3 列出偵測率及空間參數之數字高低是否具特殊意義？另表頭寫分析至 2022 年 11 月，應 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 謝謝委員意見，石虎 OI 值高於平均值的樣點呈現如圖 3(P16)。如單純以石虎 OI 值較高的樣點來進行分析，可能會低估犬隻或石虎資源的影響，因此仍以全部有石虎的樣點進行資料分析。 2. 不同年度相同月份的比較已補充於期末報告書圖 5(P25)。 3. 相關敘述已補充於期末報告書 P52。 4. 每隻石虎個體在不同週期的出現與否呈現於 2。表 2 已新增每個週期所記錄到的新個體數及新個體所佔的比例。每 1 週期新發現個體的比例(Turnover rate)相關敘述已補充於討論中(P54)。 5. 已修正。 6. 每個樣點有 11 個週期，每個週期可能有超過 1 隻以上的石虎個體出現，因此難以用圖來呈現不同週期數的樣點。然而，單一樣點有較多隻石虎在較多週期被記錄到，會直接反映在 OI 值上，因此以不同樣點石虎的 OI 值來呈現，如圖 3(P16)。 7. 偵測率(g0)及空間參數是使用該模型運算的結果，

	<p>為誤植請修正。</p> <p>8. 圖 6 之分析是否在未來可藉由 OI 值之高低,藉以推測可辨識個體數?</p> <p>9. 圖 9 表示石虎和犬之活動時間重疊機率密度,是否可針對兩者在日夜交叉時間之狀況加強說明。</p> <p>10. 有關石虎之 OI 值高低與密度之相關性如何?建議將苗栗密度調查計畫所計算的回歸資料,於期末一併呈現比較。</p> <p>11. 有關石虎生殖資料,建議加強說明交配及發情期、哺乳期、育幼期三期間之時間順序。</p> <p>12. 部分敘述出現「第一樣區」(如表 4 表頭),因本計畫僅有一個樣區,建議修正敘述。</p> <p>13. 圖 3 的 A06 樣點完全沒有拍到石虎,建議顏色與 OI 值低於平均者有所區隔,以強調其獨特性。</p> <p>14. 圖 12 建議以周期分開分析看看是否有相關性。</p>	<p>不同週期的數值比較沒有意義。已於期末報告書中刪除以避免混淆。另月份誤植已修正。</p> <p>8. 圖 6 顯示石虎 OI 值與辨識的個體數呈現顯著正相關,亦即 OI 值可反映出相對豐富度。但即使是同一物種在不同地區得到的結果可能有所差異,因此不建議直接用 OI 值去推算其他地區相機樣點的石虎數量。</p> <p>9. 石虎偏夜行性、犬偏日行性,因此兩物種活動模式交叉點大約出現在日落及日出時,已於內文說明(P54-55)。</p> <p>10. 已補充於 P53 及圖 27。</p> <p>11. 已補充於 P56。</p> <p>12. 已修正。</p> <p>13. 已修正 (P16)</p> <p>14. 以樣點-週期資料進行分析的結果如圖 12。</p>
翁國精委員	<p>1. 兩次石虎出現時間間隔之計算,建議新增犬之外其他物種之影響。</p> <p>2. 犬貓與石虎之 OI 值相關性,若時間太短可能看不出相關性,建議考慮調整時間及空間尺度,例如以全年全區之 OI 值進行比較。另一考量是目前所見之 OI 值可能已是兩者平衡後之狀況,無法看出犬貓影響。</p> <p>3. 內文應避免與表格有完全重複的資訊,例如 P5</p>	<p>1. 已新增白鼻心,結果亦為當有白鼻心出現後,石虎出現間隔時間變長(P36)。</p> <p>2. 因石虎或犬在不同週期的 OI 值差異大,用全年的 OI 值分析看不出差異。期末報告納入有石虎但沒有犬或有犬沒有石虎的樣點週期,犬與石虎 OI 值變化呈現負相關,如圖 14。</p> <p>3. 謝謝委員建議,已修正內文避免文字與表格重複。</p> <p>4. 已進行文字修正。</p> <p>5. 已修正。</p> <p>6. 不同研究石虎 OI 值與密</p>

	<p>最後 4 行至 P6 前 4 行，及 P18 第二段起之內容，皆與表 3 重複，建議可於文字敘述提供整理過之資訊。</p> <p>4. P12「空間尺度的影響」，因分析內容為 240 樣點一周期，因此事實上亦包含時間尺度。</p> <p>5. 表 3「可辨識個體」與表 2 不符。</p> <p>6. 目前報告缺少石虎 OI 值與密度之分析，建議於期末報告補充。另表 4 顯示年度 OI 值與密度高度相關。</p> <p>7. 表 3 之密度估計值與樣區面積相乘後遠小於可辨識個體數，因未來可能將密度值應用於估算族群量，建議再思考後續之調整應用方式，是否另以 non-spatially explicit 方法進行比較？</p> <p>8. 圖 5 是否進行統計以瞭解石虎密度上升之顯著性？</p> <p>9. 圖 6 迴歸線超出資料範圍。</p> <p>10. P26 提及犬（群）OI 值與可辨識個體數成正相關，若以犬（隻）來看是否有相同關係？兩者是否差異很大，未來應以隻亦或群來看犬的 OI 值？</p> <p>11. P26 建議比較兩類犬豐度區域中，石虎本身活動模式重疊度之變化情形。</p> <p>12. P27「沒有犬出現」的情況，建議說明是否有其他動物出現。</p>	<p>度的相關性已補充於圖 27(P53)。</p> <p>7. Non-spatially explicit 方法必須主觀的去設定 buffer zone，可能產生更大的誤差。SECR 可直接獲得族群密度值，未來如果有特定地區面積的資料，亦可直接呈上密度即可獲得族群量。</p> <p>8. 不同月份之間可能會有密度的差異，因此目前僅以不同年度的相同月份進行比較，如圖 6(P25)。</p> <p>9. 已修正。</p> <p>10. 犬群及犬隻的 OI 值如附錄 2。以犬群或犬隻與可辨識的個體數皆呈現顯著正相關(圖 8)，但以犬隻的相關係數較高。以群計算 OI 值可節省辨識個體的時間，因此仍建議以群來計算 OI 值。</p> <p>11. 謝謝委員建議，如圖 11 (P32)。</p> <p>12. 沒有犬出現的情況，的確有其他動物出現，但出現的物種及頻度差異大。</p> <p>13. 每個樣點石虎隻數與犬隻數沒有顯著相關。</p> <p>14. 已重新分析。</p> <p>15. 石虎與松鼠 OI 值呈現負相關，原因有待進一步探討。</p> <p>16. 已進行文字修正。</p> <p>17. 本研究所有樣點的相機工作時數幾乎相同(沒有失竊或鮮少有故障發生)，因此會呈現有等差級數的情況，並無錯誤。</p> <p>18. 本研究已將食物類群分開進行分析，可了解不同類群的影響。</p>
--	--	--

	<p>13. P33 建議比較每個樣點可辨識之犬及石虎隻數是否有相關性。</p> <p>14. P40 石虎與食物的 OI 值關連或許計算周期太短。</p> <p>15. P40 石虎食性分析結果並無松鼠，因此石虎與松鼠 OI 值之相關性是否為棲地的影響？</p> <p>16. P42 此推論需統計結果。</p> <p>17. 圖 18，OI 值均為等差級數，建議重新檢視。</p> <p>18. 圖 20，全部食物資源之 OI 值受地棲鳥類之 OI 值影響極大，建議資料分析時應加以考量。</p> <p>19. 建議與全島監測之石虎拍攝地點做比較。</p>	<p>19. 已補充於 P53。</p>
<p>林育秀委員</p>	<p>1. 永哥拍到的點剛好在活動範圍較中間位置，應符合模型所需假設。</p> <p>2. P47 文字提及 2021 年 11 月至 2022 年 7 月未記錄到生殖資料，建議將該區本中心執行生態服務給付計畫的資料納入。</p> <p>3. 冬天石虎的 OI 值高，推論是受食物影響，另可能會不會是交配季節所影響。</p> <p>4. 目前資料顯示，石虎的 turnover rate 與其他物種相較是否較高？</p> <p>5. 繁殖季資料應可更新，從追蹤個體豆棗的資料確認媽媽大約兩個月後帶小石虎出來，因此可以用野外資料回推繁殖季。</p> <p>6. 建議於報告書中呈現獵犬問題，以供相關單位參考及規劃因應對策。</p>	<p>1. 謝謝委員提供資料。</p> <p>2. 將與委員洽詢提供資料後納入一併分析。</p> <p>3. 有可能交配季節也有所影響，文字已補充於 P56。</p> <p>4. 目前沒有足夠多的資料可供比較。</p> <p>5. 謝謝委員建議。</p> <p>6. 已將獵犬出現點位呈現，並於建議事項說明 (P58)。</p>

羅 尤 娟 組 長	<ol style="list-style-type: none"> 1. 是否可藉由特生追蹤永哥之資料，了解其密集活動區域是否為其核心活動區域？ 2. 未來推估全台密度時，是否可藉此計畫提供後續應進行監測之地點，及所需之監測項目等建議，以利未來密度估算。 3. 未來本局將進行犬隻生殖控制之示範樣區，本計畫樣區是否適合 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 經與特生中心追蹤資料比對，本研究拍攝到永哥的樣點範圍，的確是永哥活度範圍的核心區域。 2. 有關未來推估全台族群量的應用，已補充於圖 27。未來監測規劃補充於建議事項(P58) 3. 本區為南投地區石虎的分布熱區，可視為重要的來源區塊，遊蕩犬隻的管理刻不容緩。
黃 綉 娟 簡 任 技 正	<ol style="list-style-type: none"> 1. 樣區設定有 2 類型態，建議後續於報告中敘明不同樣區石虎出現狀況，以瞭解石虎喜好差異情形。 2. 石虎和犬貓 OI 值的比對格子大小不一，在比對相關性時不易判讀。 3. P32 建議註明 n 值為何。 4. 建議加強犬隻對石虎影響之論述，以避免外界錯誤解讀。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究僅有 1 個樣區，但分析時有區分石虎 OI 值高於平均值及石虎 OI 值低於平均值兩種。 2. 已修正。 3. N 為樣本數，已補充。 4. 已補充於討論及結論。
林 技 士 立 容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 簡報中提到受侵擾的雞舍皆位於樣區右半部，而此區亦為石虎 OI 值較高區域，兩者是否有關連？ 2. 因本計畫已執行第二年，建議於期末時針對未來之族群密度監測調查及研究，提供具體規劃建議，以供本局後續執行參考 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 目前沒有足夠資料可以進行相關性分析。 2. 已補充於建議。

附錄 7. 期末報告審查意見回覆對照表

四、 時間：112 年 3 月 23 日（星期四）上午 10 時 0 分

五、 地點：本局 7 樓會議室

六、 主持人：羅組長尤娟

審查委員	審查意見	意見回覆
林良恭委員	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建議本期末報告加上英文摘要。 2. 是否針對不同週期有關石虎出現 OI 值之變化，就不同年度但相同月份週期進行比較，且與石虎生殖週期進行相關性討論。 3. 建議圖表內有關各週期之執行時間說明，是否於最初出現的圖表加註，其後所出現圖表其週期說明以參考圖 X 或表 X 之註即可。 4. 研究期間共辨識 40 隻石虎個體，是否有無法辨識之存疑個體？建議說明之。可辨識個體數在表 2 及表 3 之數字在第二至第六周期有落差。 5. P.20 表 2 之個體出現追蹤 calendar history 的排序方式，通常就其出現週期依其編號順序羅列下來，也較易了解個體最初的出現時間順序及過渡者（transients）的出現狀況。 6. 本計畫以 63 天及 126 天週期估算之石虎族群密度，是否有統計分析？建議多加討論說明兩者的差異狀況，尤其在 P.51 提及姜博仁研究的 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 謝謝委員意見，摘要已補充呈現(Pii)。 2. 不同年度(2021 及 2022 年)相同月份的 OI 值比較已補充於期末報告書圖 6(P25)。石虎 OI 值變化除了受到生殖週期而有季節性的影響之外，也可能受到環境因子的影響，例如 2022 年下半年後長期的乾旱可能影響石虎的 OI 值，但目前只有 2 年資料，尚不足以進行完整的分析，有待未來蒐集更多資料後，再進行 OI 值變動與生殖週期或環境因子的相關性探討。 3. 已依照委員建議修改。 4. 研究期間無法辨識個體之石虎照片不納入密度估計分析，相關文字已補充說明於報告內文(P10)。表 2 及表 3 各週期可辨識個體數一致。 5. 已修正。 6. 以 63 天或 126 天估算的族群密度變動不大，因此統計上沒有顯著差異。國內只有少數研究使用 SECR 進行石虎密度的估算研究，且沒有很詳盡的方法學探討，國外研究亦少有針對不同時間為一週期進行方法學的探討。以

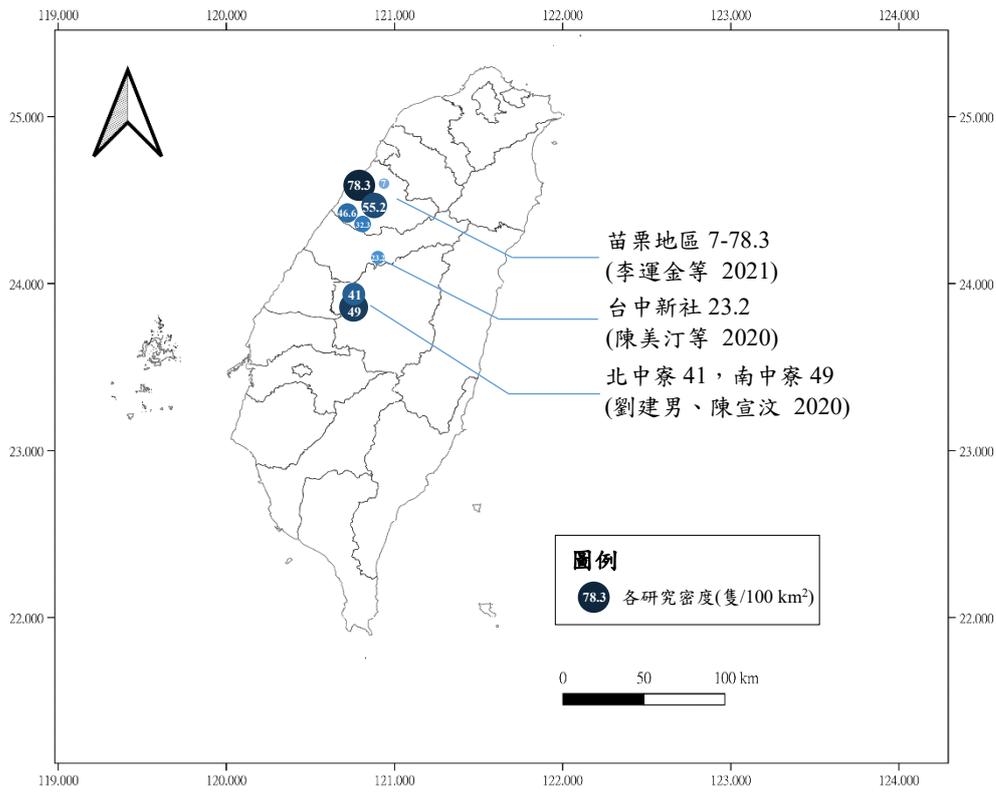
	<p>120 天，是否增加文獻參考，說明討論採用天數作為週期分析考量之優缺點。</p> <p>7. P.27 有關犬隻出現數量為 1-25 隻，是否可依據相片裡犬隻出現的數量，先分成單隻、2-5 隻或不同隻數的數量集合等級，進行分析與石虎出現 OI 值之相關性。</p> <p>8. P.36 比較不同食肉目動物與石虎出現之時間隔，可考量增加鼬獾，因其食肉性習性較強烈於白鼻心，或許與石虎有所衝突。</p> <p>9. P.45 表 5 中所分析石虎的食物資源 OI 值之相關性，是否兩者 OI 值採計時間可以加入所謂 time lag 因素？</p> <p>10. 是否可針對本實驗之數值及相關棲地面積以推論南投地區石虎族群量？</p>	<p>63 天為 1 週期優點是較符合封閉族群概念，但時間較短，部分個體會僅出現 1 次而沒有重複拍攝的資料，導致在族群密度估算時會有高估的現象，為其缺點；以 126 天為 1 週期估算族群密度較不會高估，但較不符合封閉族群概念。</p> <p>7. 本研究發現犬辨識個體數與 OI 值呈現高度相關(圖 9)，因此後續分析皆以犬 OI 值及石虎 OI 值進行相關性分析。將犬辨識個體數分級再進行個別分析意義不大。</p> <p>8. 本研究重點在了解犬、貓對石虎的影響。因白鼻心食性與石虎差異較大，因此以白鼻心作為對照物種，以檢視與石虎無明顯競爭之動物的出沒是否也會延長石虎下次於樣點出沒之時間。因鼬獾非目標物種，進行鼬獾分析對整體資料解讀幫助有限，因此不予以分析。</p> <p>9. 本研究已進行當周期石虎 OI 值與前一周期之食物資源 OI 值進行相關性分析，結果皆無顯著相關(P44)。</p> <p>10. 本研究結合不同研究結果，得到石虎 OI 值與密度的回歸式。然而，要準確估計南投地區的石虎族群量，需要有整個南投地區石虎平均 OI 值及石虎分布面積等資訊，目前兩者資料仍不足，有待未來進一步整合各單位資料後方能準確推估族群量。</p>
--	---	---

<p>翁國精委員</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 前言的文獻回顧中，提到許多不同地點的石虎密度估計值。建議團隊可以整合這些數據及本研究的成果，並呈現在地圖上，而非僅文字敘述，讓管理單位對於石虎的密度分佈可以有較完整的概念。 2. 第 5 頁最後一段第二行有漏字，第三行陳宣汶老師的名字有錯。 3. 第一期以樣點-週期為樣本單位時，石虎和犬貓的 OI 值沒有顯著相關，但第二期呈現顯著負相關，且樣本數大增，這是否可能是樣本數的影響？ 4. 第 13 頁關於石虎與食物資源之關係的分析中，「去除同時沒有石虎及特定獵物類別的樣點-週期」是否恰當？這些樣點-週期有可能是因為沒有獵物而無法吸引石虎，這種情況仍可以反應石虎與食物資源的關係。 5. 本研究先以 9 週為一回合估算石虎密度，後以 126 天(18 週)為一回合估算密度(第 19 頁)，討論中又以 36 週(252 天)為一回合估算。是否可能以短週期估算密度，以便符合封閉族群的前提，再以短週期的密度平均值來代表長週期的族群密度？若以本計畫現有的資料做計算，上述的方法是否能與長週期的密度估計值相近？建議團隊提出一個最恰當的週期長度，以利未來的研 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 已新增附圖 1，呈現不同研究在不同地區估算的石虎族群密度。 2. P5 已修正。 3. 期中報告時，並沒有把有犬隻但無石虎或有石虎但無犬隻的樣點-週期納入相關性分析，期末報告則有，不僅樣本數增加，犬 OI 值很大導致石虎 OI 值變成 0 的資料納入更可看出犬對石虎的影響。 4. 同時沒有獵物跟石虎，兩者 OI 值都是 0，沒有石虎不一定是沒有獵物所致，因此兩者皆為 0 的樣點-週期不適合納入相關性分析。 5. 國內只有少數研究使用 SECR 進行石虎密度的估算研究，且沒有很詳盡的方法學探討。本研究最主要的目的之一是要了解石虎族群密度隨時間的變動，在希望儘量符合封閉族群的前提下，一開始使用 63 天為 1 週期，但後來發現使用 63 天為 1 週期，部分個體會僅出現 1 次而沒有重複拍攝的資料，導致在族群密度估算時會有高估的現象，因此嘗試以 126 天為 1 週期來進行分析並比較。不論以 63 天或 126 天為 1 週期，仍發現石虎族群密度會波動，因此在後續結合不同研究結果建立石虎族群密度與 OI 值的回歸式時，才使用較長期資料(36 週)所推估的密度與 OI 值資料，以較長的時間來估算族群密度較穩定，但較不符合封閉
--------------	--	--

	<p>究遵循。</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. 11 個週期(9 週)的石虎 OI 與可辨識個體數成正相關(第 19 頁),但 OI 卻與族群密度成負相關,但若週期改為 18 週並與其他計畫資料合併,則 OI 與密度成顯著正相關(圖 27)。是否以 9 週為密度估算週期過短?請團隊提供討論與建議。 7. 可以比較犬貓與白鼻心對石虎的出現時間間隔影響「程度」的比較。 8. OI 的計算是以每個樣點一台相機或綜合兩台相機的資料來計算? 	<p>族群概念。以目前資料看來,使用 126 天為 1 個週期可能較為恰當。</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. 11 個週期(9 週)的石虎 OI 與可辨識個體數成正相關,是以每個相機樣點為單位來分析。本研究發現石虎 OI 值變動較族群密度受到季節性影響為大,因此,以每個週期為單位看不出 OI 值與密度的相關性。結合其他研究資料來看 OI 值與密度的相關性時,是以整個樣區 30 部相機的石虎平均 OI 值,由於其他研究石虎族群密度與 OI 值範圍落差較大,因此能看出族群密度與 OI 值的關係。 7. 以全部資料來看,有犬出現時,平均連續兩次石虎出現時間會增加 800 小時,但有白鼻心出現時,平均連續兩次石虎出現時間會增加 697 小時,白鼻心的影響略小於犬的影響。但本研究沒有進一步分析有白鼻心出現時,是否有犬或其他物種出現,因此不適合過度解讀這結果。 8. OI 值計算是綜合 2 台的資料來計算,不管 1 台或 2 台同時拍到,都會算 1 筆資料。
<p>林育秀委員</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建議簡報中提及犬更新比例資料放進內文供參考。 2. P.4 犬殺資料可提供更新資料。 3. 獵犬問題放入建議內容是否妥適,請再考量。 4. 同意劉建男老師對於後續長期監測的規劃建議,可 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 每週期犬隻新增個體數及新記錄個體比例資料已呈現於內文中(P27)。 2. 謝謝委員提供寶貴資料。 3. 獵犬於研究期間雖僅有數筆資料,但仍可能對石虎或其他野生動物帶來潛在影響,仍納入建議事項。

	行性高。	4. 謝謝委員建議。
黃綉娟簡任技正	<ol style="list-style-type: none"> 1. 圖 13 石虎與犬 OI 值分布圖，建議明確說明代表含義，避免解讀錯誤。 2. 圖 11 十一個週期建議增加時間以利判斷不同時間之變化。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 圖 13 僅代表長時間尺度中，兩物種相關性較難看出關聯。然而犬與石虎之前的關係，則在小時間尺度中才看得出負相關。已圖 13、圖 14 圖說及內文 (P54) 進行說明。 2. 依照林良恭委員建議，各週期詳細的期程僅於表 1 及圖 4 呈現，其餘表或圖說則註明參考表 1 及圖 4。
林技士立容	<ol style="list-style-type: none"> 1. P53 圖 27 之迴歸線與簡報不同，請再確認。 2. 附錄 4 可辨識犬隻若可辨識為狗群或獵犬，建議加註，以利了解在不同週期出現情形。 	<ol style="list-style-type: none"> 3. 已修正。 4. 多數出現為狗群，犬隻可能在不同狗群出現，難以將個別個體註明狗群。另有佩掛發報器者視為獵犬，已加註於報告附錄 4。

附圖



附圖1. 各研究石虎密度估算值(單位：隻/100 km²)



附圖 2. 樣區內拍到配戴發報器的犬隻



附圖 3. 特生中心野放並進行無線電追蹤的個體(永哥)



附圖 4. 特生中心野放並進行無線電追蹤的個體(盛哥)



附圖 5. 個體 L08(永哥)死亡後，3 個月後於其核心區域出現之新個體(L39)