107 年度台中地區石虎族群調查及

石虎重要棲地與廊道改善評估

成果報告

（臺中市政府農業局委辦）

社團法人台灣石虎保育協會

計畫主持人 ： 陳美汀

協同主持人 ： 劉威廷

研究人員 ： 張育誠、吳佳其、張毓琦、林佳宏

中華民國108年11月30日

目錄

目錄.....I
一、前言.....1
二、計畫目標.....3
三、調查工作項目與執行方法.....4
（一）石虎族群調查.....4
（二）台中地區石虎族群的生態廊道評估.....7
（三）石虎重要棲地或廊道的潛在切割區位研析.....8
四、結果與討論.....13
（一）石虎族群調查.....13
（二）台中地區石虎族群的生態廊道評估.....53
（三）石虎重要棲地或廊道的潛在切割區位研析.....59
五、結論與建議.....99
六、參考文獻.....110
附錄 1、台中低海拔山區野生食肉目動物分布訪查問卷.....114
附錄 2、2019 年 1 月至 10 月，以紅外線自動相機記錄到的哺乳類野生動物名錄.....116
附錄 3、2019 年 1 月至 10 月，以紅外線自動相機記錄到的鳥類野生動物名錄.....117
附錄 4、2016 年 9 月至 2019 年 10 月，台中淺山地區石虎分布調查紅外線自動相機架設樣點.....119
附錄 5、MAXENT 環境因子圖層產生方法.....125
附錄 6、MAXENT 分析之因子貢獻度.....132
附錄 7、MAXENT 分析之因子反應曲線（Response Curve），僅單獨包含該因子之 MAXENT 模式預測機率.....133
附錄 8、「107 年度台中地區石虎族群調查及石虎重要棲地與廊道改善」計畫期初報告審查會議廠商回覆意見對照表.....136

附錄 9、「107 年度台中地區石虎族群調查及石虎重要棲地與廊道改善」計畫期中報告審查會議廠商回覆意見對照表.....140
附錄 10、「107 年度台中地區石虎族群調查及石虎重要棲地與廊道改善」計畫期末報告審查會議廠商回覆意見對照表.....148
附錄 11、彩色附圖.....153

表目錄

表 1、2019 年 1 月至 10 月，台中市西部地區（大甲、外埔、神岡、清水、沙鹿、龍井、大肚和烏日）架設的紅外線自動相機記錄到的地棲性哺乳動物和地棲性鳥類之有效照片數、出現樣點數及出現頻度.....18
表 2、2019 年 1 月至 10 月台中市西部區域（大甲、外埔、清水、沙鹿、龍井、大肚和烏日）以及 2016 年 9 月至 2018 年 10 月台中市東部區域（后里、石岡、豐原、北屯、東勢、新社、和平（部分）、太平和霧峰）內架設的紅外線自動相機記錄到的食肉目動物之有效照片數、出現頻度（OI 值）和出現樣點數之比較.....24
表 3、2016 年 9 月至 2019 年 10 月，台中市淺山地區以紅外線自動相機記錄到的食肉目動物之有效照片數和出現頻度（OI 值）。OI 值為該區各相機樣點 OI 值之平均值.....25
表 4、記錄到石虎的相機點位以及鄰近區（未架相機但石虎可能出現）所屬的行政區（區、里）.....27
表 5、以 Spearman 分析石虎與其他食肉目動物及石虎獵物物種出現頻度的相關性.....52
表 6、研究範圍屏障切割勘查路段選擇結果.....70
表 7、各路段屏障切割勘查結果.....72

圖目錄

圖1、本年度石虎族群調查樣區圖.....7
圖2、台中市轄內東部各區石虎族群相對豐富度.....11
圖3、台中市轄內東部區域內的石虎廊道和鄰近路殺點.....11
圖4、石虎重要棲地或廊道的潛在切割區位研析研究流程.....12
圖5、2019年1月至10月，於台中西部淺山地區架設的紅外線自動相機點位.....14
圖 6、Google 地圖顯示本年度計畫所架設的紅外線自動相機樣點（白底黑圓心點）和樣區範圍.....15
圖 7、台中西部地區（大甲、外埔、神岡、清水、沙鹿、龍井、大肚和烏日）以紅外線記錄到之各目哺乳動物的有效照片比例.....19
圖 8、2019 年 1 月至 10 月，於台中西部地區（大甲、外埔、神岡、清水、沙鹿、龍井、大肚和烏日）架設的紅外線自動相機所拍攝到的石虎樣點.....29
圖 9、Google 地圖顯示本年度架設的紅外線自動相機樣點（白底黑圓心點）和記錄到石虎的樣點（黃底黑圓心點）位置.....30
圖 10、2016 年 9 月至 2019 年 10 月，在台中市淺山地區以紅外線自動相機調查石虎族群分布所架設的相機點位和記錄到石虎的樣點.....31
圖 11、2016 年 9 月至 2019 年 10 月，在台中市淺山地區以紅外線自動相機記錄到石虎之樣點相對豐富度.....32
圖 12、2019 年 1 月至 10 月，於台中西部地區（大甲、外埔、神岡、清水、沙鹿、龍井、大肚和烏日）架設的紅外線自動相機所拍攝到白鼻心的樣點.....34
圖 13、2016 年 9 月至 2019 年 10 月，在台中市淺山地區以紅外線自動相機調查到白鼻心之樣點相對豐富度.....35
圖 14、2019 年 1 月至 10 月，於台中西部地區（大甲、外埔、神岡、清水、沙鹿、龍井、大肚和烏日）架設的紅外線自動相機所拍攝到的鼬獾樣點.....37
圖 15、2016 年 9 月至 2019 年 10 月，在台中市淺山地區以紅外線自動相機調查

鼬獾之樣點相對豐富度.....38
圖 16、2016 年 9 月至 2019 年 10 月，在台中市淺山地區以紅外線自動相機調查食蟹獴之樣點相對豐富度.....39
圖 17、2019 年 1 月至 10 月，於台中西部地區（大甲、外埔、神岡、清水、沙鹿、龍井、大肚和烏日）架設的紅外線自動相機所拍攝到的家貓樣點.....41
圖 18、2016 年 9 月至 2019 年 10 月，在台中市淺山地區以紅外線自動相機調查家貓之樣點相對豐富度.....42
圖 19、2019 年 1 月至 10 月，於台中西部地區（大甲、外埔、神岡、清水、沙鹿、龍井、大肚和烏日）架設的紅外線自動相機所拍攝到的家犬樣點.....44
圖 20、2016 年 9 月至 2019 年 10 月，在台中市淺山地區以紅外線自動相機調查犬隻之樣點相對豐富度.....45
圖 21、2016 年 9 月至 2019 年 10 月，台中市淺山地區石虎與其他共域食肉目動物的出現頻率分散圖.....50
圖 22、2016 年 9 月至 2019 年 10 月，台中市淺山地區石虎與其獵物的出現頻率分散圖.....51
圖 23、執行 100 次 MAXENT，石虎出現機率平均值.....57
圖 24、石虎適合棲地分佈範圍，依照 Maximum test sensitivity plus specificity 準則.....57
圖 25、石虎核心族群棲地（墨綠色），石虎適合棲地面積大於 1km^2 以及面積小於 1km^2 的重要中繼站.....58
圖 26、石虎核心族群棲地廊道分析，廊道由紅到黃到藍，表示廊道的阻力，越紅表示阻力越小的廊道.....58
圖 27、車流量與動物穿越、迴避道路或發生路殺比例的模型.....61
圖 28、不同反捕食者行為模式的四類動物的車流量與屏障效應關係.....62
圖 29、本計畫與相關研究產出之石虎重要族群棲地廊道位置比較.....66
圖 30、研究區域土地利用形式與交通水利基礎建設分布.....68
圖 31、研究範圍屏障切割勘查路段位置.....71

圖 32、大 1 路段現勘照片.....73
圖 33、中 1 路段現勘照片.....75
圖 34、中 2 路段現勘照片.....77
圖 35、中 2 路段路殺具潛在路殺風險位置.....78
圖 36、中 3 路段現勘照片.....79
圖 37、中 4 路段現勘照片.....79
圖 38、小 1 路段現勘照片.....81
圖 39、小 2 路段現勘照片.....82
圖 40、小 3 路段現勘照片.....83
圖 41、小 4 路段現勘照片.....84
圖 42、國內擋土牆或護岸設置動物坡道或生態友善案例.....88
圖 43、本計畫研究區的非連續護欄形式.....89
圖 44、各類小動物友善設施.....92
圖 45、溪畔農地的人為環境和干擾.....93
圖 46、溪畔農地的溝渠和水圳切割.....94
圖 47、各式簡易跨橋.....95
圖 48、台 3 線兩側切割情形.....97
圖 49、其他路殺減輕對策.....97
圖 50、烏溪石虎點位與大肚山南側石虎適合棲地之間道路切割與水系分布...107

一、 前言

石虎（*Prionailurus bengalensis*）於生態系食物鏈中屬於頂層的消費者，有極重要的生態與保育價值，為健全生態系之指標物種。早期文獻顯示，石虎曾在台灣普遍分布於全島低海拔山區（Kano 1929，1930，陳兼善 1956），之後，逐漸減少為只有部分地區常見，但仍然全島性分布（McCullough 1974）。目前僅在苗栗、台中和南投有確定的族群分布（楊吉宗等 2004，林宗以和劉建男未發表資料，裴家騏和陳美汀 2008，姜博仁等 2015，劉建男等 2016），即使彰化縣、嘉義縣和新竹縣分別於去年（106 年，https://news.tvbs.com.tw/life/771101） 和今年（107 年 ， http://www.cna.com.tw/news/firstnews/201806210098-1.aspx ）、（ https://e-info.org.tw/node/215613） 有近 10~20 年來首次紀錄，石虎的族群狀況仍是日趨危急。

石虎為野保法所列瀕臨絕種保育類野生動物（第 I 類），由於石虎生存棲息在台灣淺山低海拔區域，與人類生活利用的環境重疊度很高，近幾十年來，由於人類對於環境的開發與利用，導致自然棲地的減少、破壞和破碎化，而慣行農業所使用的農藥、除草劑和毒鼠藥也造成的棲息地品質下降，另外，道路開發所產生的路死（road kill）、非法捕獵、雞舍危害防治和犬貓的入侵等，嚴重影響石虎族群的分布與數量（裴家騏和陳美汀 2008，裴家騏等 2014），石虎族群面臨極大的威脅。

2002 年，行政院農委會特有生物研究保育中心針對台灣原生貓科動物進行全島普查指出，石虎在台灣西部還有少量零星分布，以南投至苗栗間的低海拔丘陵地帶有較多的紀錄（楊吉宗等 2004）。對於石虎族群分布和生態習性有科學性的深入研究開始於 2005 年，在行政院農業委員會林務局的支持下，國立屏東科技大學野生動物保育研究所進行了將近 4 年的石虎分布調查，結果顯示苗栗是目前台灣石虎族群分布最穩定的地區，其中，又以後龍鎮往南經西湖鄉、通霄鎮到苑裡鎮，往東經銅鑼鎮、三義鄉、大湖鄉到卓蘭鎮的淺山地區，為石虎族群較常出現的熱點地區，新竹地區卻完全沒有石虎的出現紀錄，研究顯示石虎的分布熱區大多於私有土地上（裴家騏和陳美汀 2008）。『臺灣淺山地區石虎的空間生態

學』，是台灣第一個針對石虎的族群生態學研究的博士論文，此論文主要是以紅外線自動相機和無線電追蹤方法，進行各種尺度下的石虎生態學研究，包括族群空間分布、棲地利用、空間活動模式和日活動模式等（陳美汀 2015）。自 2014 年起，嘉義大學和行政院農委會特有生物保育研究中心也在林務局南投林區管理處的支持下，在南投地區進行 2 年的石虎族群調查。結果顯示，石虎在南投 10 個鄉鎮市的 67 個樣點有拍攝紀錄，其中以集集、中寮及周邊地區為主要分布地區，而記錄到的石虎樣點也大多數都位於私有土地上（劉建男等 2016）。

台中市介於苗栗縣與南投縣兩個石虎重要棲地之間，具有聯繫苗栗和南投地區石虎族群交流的重要地理位置，因此，台中市轄內的石虎族群狀況和生存棲息環境，攸關台灣石虎族群存續的未來。台中市現已完成轄區內東部包括后里區、石岡區、豐原區、北屯區、東勢區、新社區、太平區、霧峰區和靠近東勢區與新社區的和平區部分區域共 9 區的石虎族群調查（裴家騏和陳美汀 2017，陳美汀和姜博仁 2018），已了解台中市轄內東半部淺山地區的石虎族群分布和活動廊道位置。另外，台中市轄內過往有零星非科學性調查的石虎紀錄，包括早期的救傷紀錄（2003 年龍井區和后里區各一案例）和近幾年的路殺紀錄（2013 年外埔區國道 3 號、2015 年東勢區石城街和神岡區溪洲路、2018 年西屯區東大路）。後續除了應完成台中市外埔區、大甲區、清水區、沙鹿區和大肚區等石虎族群調查，完成台中地區石虎族群生態廊道的評估，做為後續各項石虎保育工作推動的依據。

其中，道路和水利相關設施(例如水泥化溪溝和堤防)是造成石虎棲地破碎化以及個體活動與擴散、甚至基因交流障礙的潛在因素，也可能導致石虎路殺。根據石虎棲地分布分析估算目前石虎僅存約 468–669 隻（林良恭等 2017），若以最小可存活族群量（minimum viable population，MVP）的 500–1,000 隻建議（Franklin 1980，Thomas 1990，Franklin and Frankham 1998），任何一隻的石虎死亡，都可能對石虎族群的存續產生衝擊。因此，首先應著手進行轄區內石虎重要棲地或廊道的潛在切割區位評估與現勘，規劃後續的棲地和廊道改善，包括道路和水利相關設施與人工構造物(例如水泥化溪溝和堤防)的改善與使用狀況監測，將會是石虎保育的重要行動之一。

二、 計畫目標

（一） 進行外埔、大甲、清水、沙鹿和大肚區的石虎分布調查，以完成台中市石虎分布現況調查；

（二） 完成台中地區石虎族群的生態廊道評估；

（三） 以后里區和鄰近后里的東勢區域為優先執行區域，進行石虎重要棲地或廊道的潛在切割區位研析，進行石虎重要棲地和廊道改善評估與建議。

三、 調查工作項目與執行方法

（一） 石虎族群分布調查：本計畫延續第一、二年台中地區石虎族群調查方法和結果(裴家騏和陳美汀 2017，陳美汀和姜博仁 2018)，將以紅外線自動相機為主，訪問和痕跡紀錄為輔。

1. 調查範圍：包括台中市轄內西圖部有零星或稍大面積未開發或低開發的各區，以大甲、外埔、清水、沙鹿和大肚區相連的帶狀區域為主，視現勘狀況可能包含鄰近的南屯和烏日區部分區域（圖 1）。
2. 調查方法：由於大甲、外埔、清水和沙鹿各區開發相當嚴重，自然環境相當零星破碎，相對而言，大肚區有稍微完整的自然度較高的區域，不過，可承載石虎族群的面積仍然很小，即使有石虎個體也可能是擴散遷移個體或低密度區域，因此，本年度的調查主要以小尺度 1 公里 ×1 公里的網格作為調查取樣的單位，以減少有石虎個體卻沒有監測到的可能誤差。根據現有圖層判斷，扣除部分不適合架設相機的區域，例如市鎮、聚落等，預計架設 40-50 個樣點。

在每一個網格的範圍內非邊緣地帶選擇具棲地代表性的點位 1 處，架設紅外線自動相機 1 台進行 3-4 個月甚至更長時間的連續資料收集。過去研究建議調查石虎的自動照相機工作時應盡量保持 1600-2500 個工作小時，以避免過短的工作時導致誤判該樣點有無石虎活動（劉建男等 2016）。根據第二年調查經驗，顯示在低密度區，相對調查到動物出現的機會更低，因此，相機架設的工作時將視族群和棲地現地狀況延長至 2,400-3,500 小時（陳美汀和姜博仁 2018）。

相機樣點的選擇主要是依據對於石虎習性的了解和過去的調查經驗，會在稜線、鞍部、邊坡、緩坡平台或溪谷尋找較明顯的獸徑或獸徑交會處架設相機，有時也會在廢棄林道、仍有使用但人為干擾小的林道。相機架設期間視工作時間分配，於相機架設後約 1.5~2 個月至樣點收回相機記憶卡和更換電池，並視狀況調整相機位置和整理現場。調查使用的相機主要為 Keep Guard KG-780、KG-790，Browning Spec Ops

Advantage，以及其後繼型號或其他同等規格紅外線自動相機。

相機架設於離地面 20-30 cm 高度的樹幹上，相機拍攝視角與獸徑平行，以利於拍攝到清晰的小型食肉目動物照片，相機對焦於離相機約 2-3 公尺，俯角角度和對焦距離視架設地點的微環境地形與坡度有所調整。部分樣點因地形和現場樹幹限制，則採取架設高度較高（1.0-1.5m 不等）由上朝下的較大俯角方式拍攝。所有相機樣點座標皆以 GPS（Garmin Oregon 550t）定位，誤差值為 5-7m。地理座標統一採用 TWD97(Taiwan Datum 1997)系統。

調查期間也將隨機訪問與當地野生動物較有關係的民眾(附錄 1)，例如附近農墾地農民、居民和較常在林地內活動的民眾，以了解過去石虎在當地的分布狀況；另外，在每個網格進行自動相機樣點勘查架設和資料收集時，有發現石虎或其他小型食肉目動物排遺和其他痕跡紀錄，則紀錄出現點位座標，輔助收集石虎及其他共域小型食肉動物的出現資訊。

3. 調查物種：主要以石虎和其他小型食肉目野生動物為主，因自動相機同時也可記錄到其他陸域哺乳動物，因此，調查物種可涵蓋多數陸域哺乳動物。由於淺山地區道路系統發達，丘陵與低海拔的山區密布縣道與產業道路，其間散居著依山而居的散戶或小聚落，人為活動較一般山區頻繁，相對地，由人類引入的家貓和家犬也與當地的野生動物共域，對於各種野生動物族群有不同程度的影響，因此，本研究也將家貓和家犬納入。基於自動相機所拍攝到的家貓和家犬，多數無法辨認是否為有畜主的家貓、家犬或無畜主的野貓和野犬，因此，一併計算為家貓和家犬。
4. 紅外線自動相機資料分析：將沿用第一、二年的分析資料分析方法，相機拍攝到的物種將以半小時內同 1 隻個體的連拍視為 1 張有效照片，以第 1 張照片的時間當作有效活動時間；另外，同 1 張照片裡有 2 隻以上的不同個體，每隻個體都視為 1 筆有效紀錄。至於哺乳動物中的台灣獼猴（*Macaca cyclopis*）、地棲性鳥類中台灣竹雞（*Bambusicola*

sonorivox）、台灣山鷓鴣（*Arborophila crudigularis*）和藍腹鷴（*Lophura swinhoii*）常成群出現，則以群為單位計算。由於家犬偶爾會有成群出現之情形，過去相關研究或以群為單位計算，但由於家犬經常伴隨著人為活動，而且其干擾程度又較家貓更甚，在此報告之分析上，並不採取以群計算，仍以個體為單位計算，以免低估其影響。然後，根據自動相機資料計算石虎和其他小型食肉動物物種在各個樣點的出現頻率指數（Occurrece Index, OI），OI =（某目標物種在該點位的有效照片數量/該點位的有效相機總工作時）×1000 小時（裴家騏和陳美汀 2008, 劉建男等 2016）。

為了解調查區域內之石虎的分布情形，分別將各調查方格內的相機點位的石虎的 OI 值分成：0、低、普通、多、高和非常高等 6 個等級，等級越高代表在該方格出現的數量越多，其中「0」代表該方格的 OI 值= 0 (亦即在該方格目前極有可能沒有分布)、「低」代表該樣點 OI 值小於所有點位平均 OI 值-0.5 SD、「普通」代表該樣點 OI 值介於所有點位平均 OI 值±0.5 SD 的範圍內、「多」代表該樣點 OI 值介於所有點位平均值+0.5 SD 和+1.5 SD 之間、「高」代表該樣點 OI 值介於所有點位平均值+1.5 SD 和+2.5 SD 之間、「非常高」代表該樣點 OI 值大於所有點位平均 OI 值+2.5 SD（裴家騏和陳美汀 2007），依據石虎在各樣點的 OI 值，繪製成高低 6 個等級的色塊的樣點相對豐富度分布圖（Distribution of relative abundance），作為後續石虎保育策略與行動擬定之依據與參考。

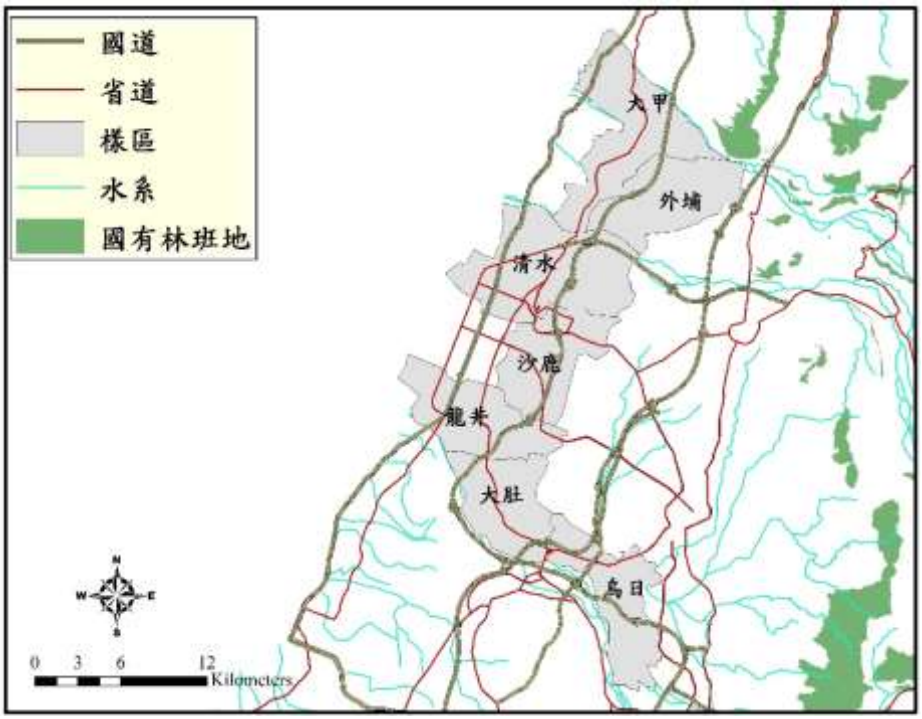


圖 1、本年度石虎族群調查樣區圖

（二） 台中地區石虎族群的生態廊道評估：將彙整三個年度利用自動照相機拍攝到的石虎地點，結合相關環境棲地因子圖層，使用 MAXENT 統計模式進行石虎適合棲地預測分析，分析範圍預計以台中市以及交界的苗栗與南投部分區域為主。模式所採用的環境因子包括地形、森林覆蓋率、土地利用、村里人口、道路系統等 5 類，分析時採用 80% training data vs 20% test (validation) data，進行模式分析與交互驗證，為避免遺漏可能的石虎棲地，閥值準則採用『Maximum training sensitivity plus specificity』（MTrSPS）(『Balance training omission, predicted area and threshold value』)（陳美汀和姜博仁 2018）。MAXENT 僅使用動物出現點位，結合棲地因子圖層，以產出動物分布預測圖(Phillips et al. 2006)，在使用 presence 資訊之分布預測模式中有較好的預測結果(Phillips et al. 2006, Peterson et al. 2007)，特別是僅有小樣本的應用狀況(Wisz et al. 2008)都有不錯的表現，對於資料少的瀕臨絕種動物如石虎相當適合(如

包含部分救傷、路死紀錄等都可納入進行分析），且其較不會有超算過度預測之情形(Phillips et al. 2006)，適合擬定石虎重要棲地所用。使用之軟體為 MAXENT 3.4.1（https://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/）。

為進一步確認主要分布族群，參考 Paviolo et al. (2016)分析美洲豹（*Panthera onca*）分析方式，將 MAXENT 預測出之適合棲地，透過 Maximum test sensitivity plus specificity 閥值準則，將預測機率為閥值以下視為石虎不適合棲地，閥值到 0.5 間為低度適合棲地、0.5~0.75 間為中適合度棲地、0.75~1.0 之間則為高適合度棲地。然後將中適合度與高適合度棲地合併，連續相連區塊面積超過 1.5km^2 者為核心族群，然後使用 Linkage Mapper 1.1.0 軟體(McRae and Kavanagh 2011)，將預測機率之倒數做為 resistance，也就是出現機率越低者，阻力越大，越不適合做為遷移之廊道，Linkage Mapper 計算相鄰主要族群之間，累積的最小阻力廊道（least cost linkages），藉此探討現有石虎族群之連接性，以評估石虎交流廊道。

連續面積超過 1.5km^2 的選擇主要考量是台中市範圍內棲地較為破碎，不適合使用較大面積，加上本廊道分析是以台中市範圍內較為小尺度的分析為主，因此，沿用第二年的分析標準（陳美汀和姜博仁 2018），後續將視棲地預測結果而適度修改。分析出之廊道，將可與既有之土地利用開發等相關圖層套疊，提供後續石虎廊道保育與改善之參考，以發揮台中市扮演苗栗與南投兩大族群交流的關鍵角色。

（三） 石虎重要棲地或廊道的潛在切割區位研析：根據近年的調查研究結果，苗栗縣和南投縣的淺山地區是台灣目前石虎族群最穩定分布的兩個區域，位於中間的台中市扮演著重要的族群棲地連結角色。林良恭等（2017）的研究也指出台中市的淺山地區大部分仍是石虎的重要棲地和潛在棲地，其中部分區域為關鍵的核心棲地和重要的廊道。

由台中市政府委託執行兩年的台中地區石虎族群調查（以下簡稱前期計畫），已完成調查的各樣區中以后里區、東勢區和新社區有相對豐度較高的石虎族群（圖 2）（陳美汀和姜博仁 2018），但東勢區石虎可利用棲地面積小，分布點位少，集中在大安溪沿岸和東勢與和平交界的稜線地帶，后里區也因西部高度開發，僅剩東部與東勢區相連的稜線適合石虎棲息。兩年的調查發現大甲溪南北的石虎族群可能受地景和人為開發的限制而連結性極低，廊道分析結果顯示其中最可能的兩條路徑分別為：(1)由東勢區最南端跨越大甲溪到新社；和(2)由東勢區往東南經和平區的南勢部落跨越大甲溪到新社；台中北界的大安溪則可能從南岸的后里區或直接於東勢區跨越（圖 3）。

這個區域的棲地環境和廊道連結度不僅決定了石虎族群在台中地區的存續，也可能影響苗栗與南投的族群狀況。針對台中地區石虎族群面臨的威脅，陳美汀和姜博仁（2018）建議在棲地經營管理上應考量包括如何避免石虎棲地消失、改善石虎棲地品質和創造石虎適合棲地，最優先的區域為核心族群棲地和潛在廊道範圍。

石虎潛在廊道可能面臨各類人為活動或構造物的干擾切割，圖 4 可看出廊道北側大安溪畔至鯉魚潭水庫之間有多筆路殺紀錄，反應了道路等人工構造物的明顯影響，此外溪流和兩側的自然高灘地環境是石虎可利用的棲地，過往母石虎帶小石虎活動的紀錄也顯示大安溪床長草地應是石虎移動、棲息和育幼的環境。但淺山地區溪流的常態是頻繁的各類整治工程和水泥化的樣貌，整治造成植被的移除、水域環境的單一化、高聳陡直的水泥護岸等都會使包括石虎在內的各類生物失去躲藏和覓食的空間，以及因切割影響無法進出和跨越各個水路。因此要維持或提高廊道品質的優先作為之一即是勘查、評估、確認道路和水路的切割影響並進行改善減輕工作，以下說明本項目預計工作內容：

1. 研究範圍：本計畫進行石虎重要棲地或廊道切割研析的優先區域為后里區和鄰近后里的東勢區域，目標為了解優先區域內的廊道切割課題，

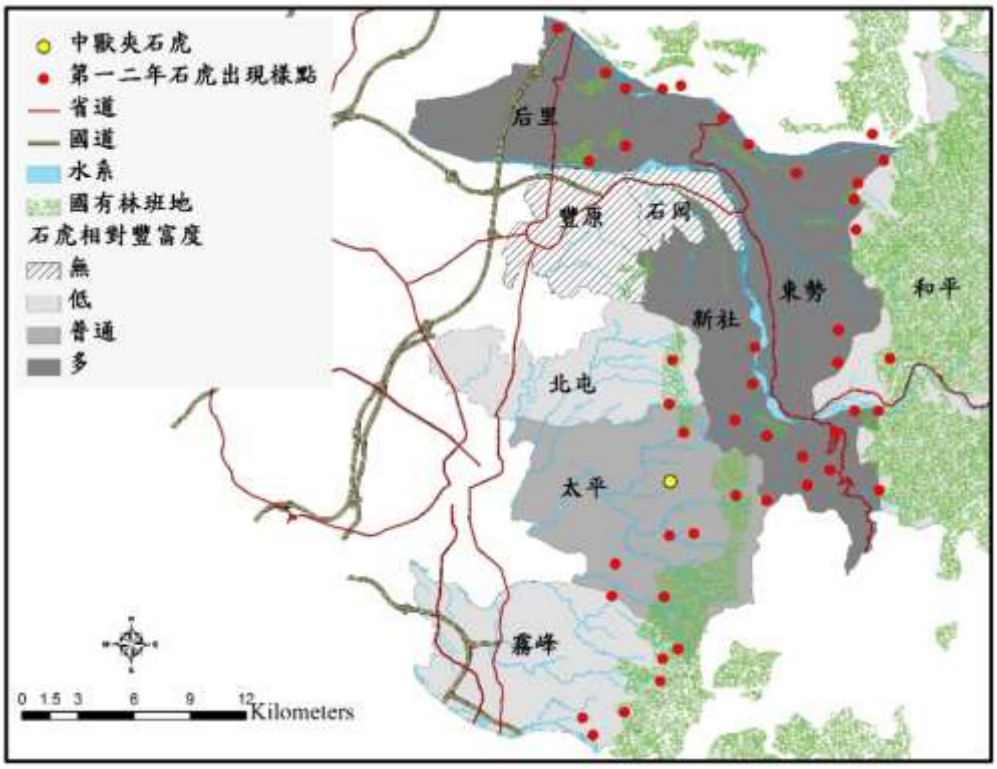
主要針對道路和水路造成的切割。

2. 研究流程：本計畫研究流程如圖 4，各步驟詳細說明如下

(1) 石虎廊道切割情形初判：為了解研究區域的整體可能切割情形，本計畫蒐集彙整相關圖資，包含台中市府相關工程局處提供可能造成廊道切割的道路和區排圖資，再套疊廊道圖層後初步分析廊道切割情形，並可配合地景或土地利用資料進一步了解廊道各部分人為干擾的情形。

(2) 切割區位現地勘查：研究人員根據圖層套疊的切割初判結果安排廊道現地勘查，進行包括石虎廊道周邊棲地狀況了解、可能造成切割的目標物調查評估、目標物可能通道勘查等工作。了解石虎廊道周邊棲地狀況可評估廊道是否可能提供石虎利用，以及除切割外是否有其他潛在劣化課題；可能造成切割目標物調查評估主要為針對圖層顯示的道路和水路等結構，現地確認是否為切割因子，以及造成切割的程度；目標物可能通道勘查為針對前項的切割現地了解可能改善方式，如道路切割是否可能藉由既有的下方箱管涵改善來減輕等。

(3) 切割評估與改善建議：根據圖判和現勘結果，可初步將研究範圍的廊道及重要棲地切割課題進行分類和分級，同類課題有可能以類似方式進行減輕改善，分級則可提供改善優先順序參考。針對應優先處理的課題，本計畫將依據現地勘查結果和國內外研究及案例作法，評估改善方案和其可行性，再邀請工程和生態方面的專家顧問討論確認改善方向，提供台中市政府後續進行規劃設計參考。



（圖片來源：陳美汀和姜博仁 2018）

圖 2、台中市轄內東部各區石虎族群相對豐富度

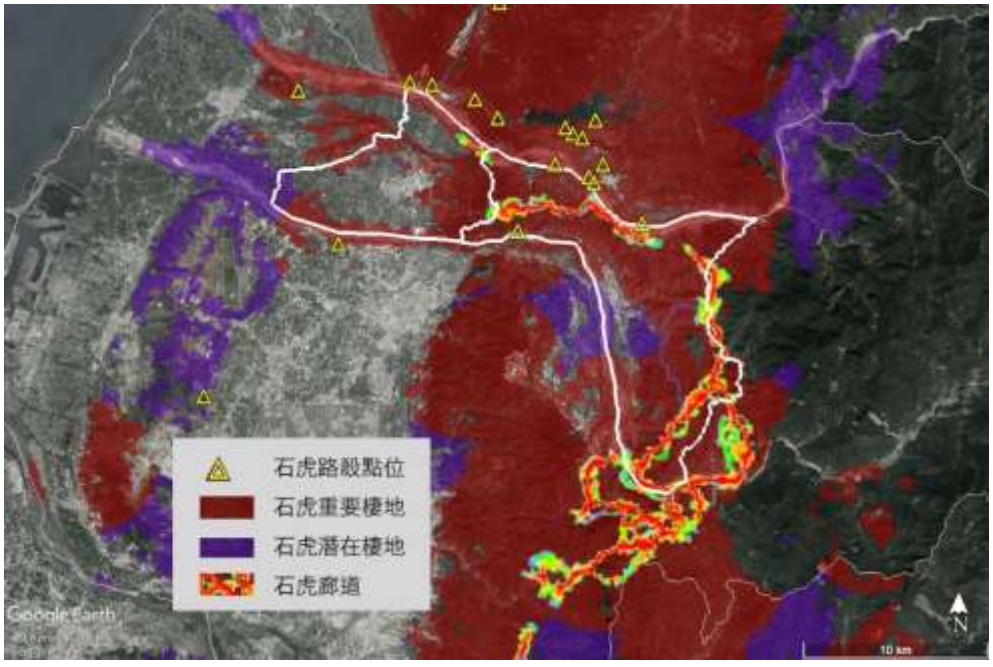


圖 3、台中市轄內東部區域內的石虎廊道和鄰近路殺點

圖 4、石虎重要棲地或廊道的潛在切割區位研析研究流程

四、 結果與討論

本計畫自 2018 年 12 月至 2019 年 10 月間，已完成計畫預定的各項工作項目與進度，包括石虎族群分布調查、台中地區石虎族群的生態廊道評估和后里區和鄰近后里的東勢區域的潛在切割區位研析，以下分項說明結果與討論:

（一） 石虎族群分布調查

1. 自動相機資料結果

自 2019 年 1 月至 10 月，共設置 57 個相機樣點（圖 5、圖 6），架設的區域除了原本計畫的大甲、外埔、清水、沙鹿、龍井、大肚和部分烏日區外，部分大甲溪沿岸樣點則位於神岡區和后里區，另外少數樣點位於大肚區右側的南屯區內。其中一個樣點（CD11）的環境太過空曠，導致樣點持續空拍，資料收集狀況不佳，後續將相機更換架設於距離約 50 公尺的邊坡林地，但是拍攝到的物種差異不大，因此，將兩個樣點的資料合併納入分析。本年度相機架設的工作時盡量延長至 2,400-3,500 小時，平均工作時為 3,086±1,171 小時。總計有 43 個樣點收集超過 2,400 小時，其中 24 個樣點收集超過 3,500 小時，為避免石虎族群密度過低而導致誤判無石虎出現，原本評估最有可能有石虎出現的大肚山區的相機樣點都盡量延長架設時間超過 4,300 小時（約 6 個月）。由於相機數量限制，部分樣點在計畫執行中期後才進行架設，因此，有 8 個樣點的工作時仍少於 1,600 小時，其中一個樣點因地主整地而中斷資料收集，僅有 930 個工作小時，前述工作時較短的相機樣點目前仍持續架設，以收集足夠工作時的紀錄。由於，本年度調查區域屬於靠海的淺山丘陵，不僅聚落密度較高，多數區域都已開發為市鎮和工業區，即使是農墾區也多屬於開闊的農業區，果園面積不大，也有相當大面積的長草地，加上剩餘林地相當破碎且林地鬱閉度很低，容易導致相機空拍；而河床地適合架設相機的林地更為零星且鬱閉度極低，相機空拍情形更為嚴重，

因此必須縮短回收資料的間隔，盡量保持相機收集資料的連續性，以避免漏失記錄到石虎出現的機會。

原本預定於調查期間，隨機訪問與當地野生動物較有關係的民眾，例如附近農墾地農民、居民和較常在林地內活動的民眾，以了解過去石虎在當地的分布狀況，並補充石虎的現況資訊，然而，初期的田野訪查發現很難訪查到林地內活動的民眾，在道路上訪問到的民眾幾乎都非長期居住於當地的民眾，判斷本區屬於高度人為開發和活動的區域，許多交通來往的民眾，獲得當地過去和目前石虎的資訊相當困難，需要花費非常高的努力量，因此，後續並未進一步進行訪查，而將努力量用於自動相機的調查。

圖 5、2019 年 1 月至 10 月，於台中西部淺山地區架設的紅外線自動相機點位。

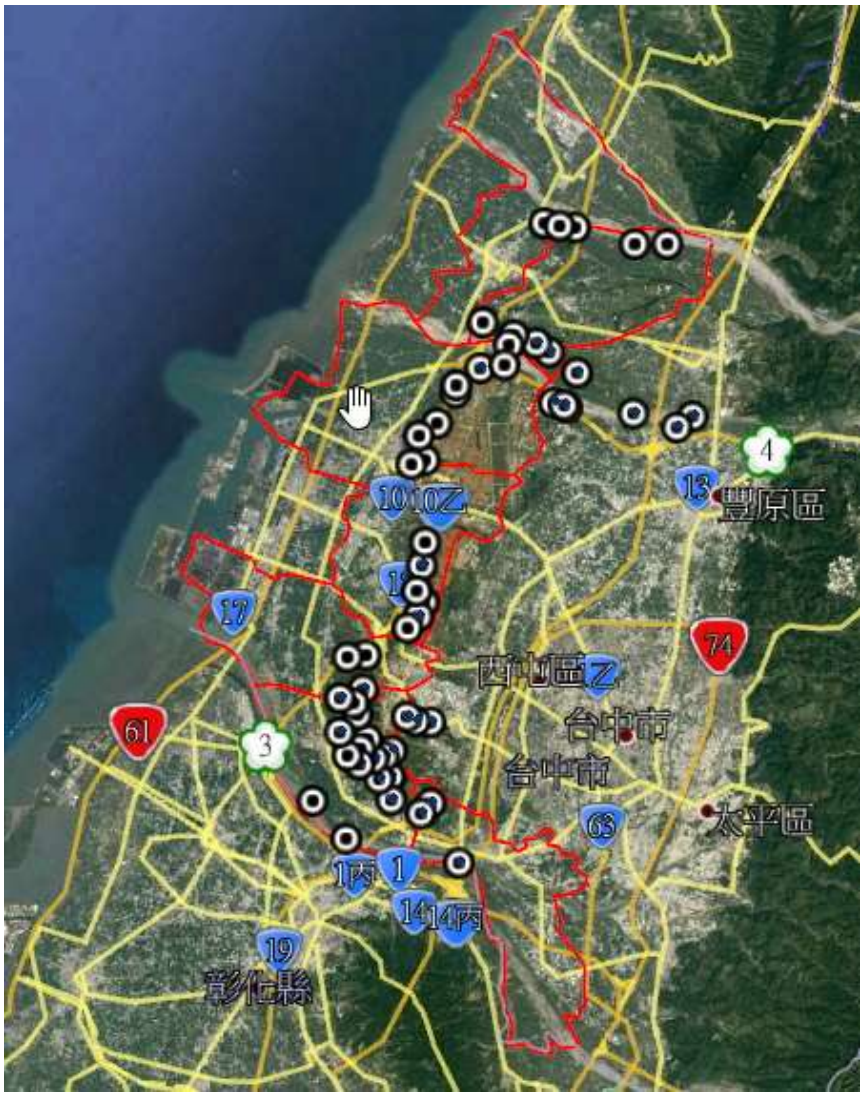


圖 6、Google 地圖顯示本年度計畫所架設的紅外線自動相機樣點（白底黑圓心點）和樣區範圍（紅線為大甲、外埔、清水、沙鹿、龍井、大肚和烏日區的行政區域）。

2. 動物組成

彙整 57 個相機樣點所收集的資料，其中一個樣點因距離很近，拍攝到的動物物種相同合併分析，總計 56 個分析樣點，共有 172,834 小時的有效工作時，由於部分鼠科鼠類照片及食蟲目照片無法準確辨識到種，因此分析時合併為食蟲目及鼠科鼠類兩類計算。扣除所拍攝到的人和牛，以及家貓、家犬、大陸畫眉、白尾八哥和白腰鵲鴝等此類外來種動物共記錄到 13 種野生哺乳動物（附錄 2）和 32 種鳥類（附錄

3)，然而，其中所記錄到梅花鹿和水鹿判斷應為飼養繁殖的逃逸個體。；另外自動相機資料也辨識到斯文豪氏攀蜥、中國石龍子、中華眼鏡蛇、黑眉錦蛇、臭青公和南蛇等 6 種爬行類動物，共計調查到 16 目 35 科 51 種野生動物。

記錄到的哺乳類中，石虎屬於野生動物保育法所公告的「瀕臨絕種保育類野生動物」，穿山甲(*Manis pentadactyla*)屬於「珍貴稀有保育類野生動物」；鳥類部分，鳳頭蒼鷹（*Accipiter trivirgatus*）、大冠鷲（*Spilornis cheela hoya*）、環頸雉（*Phasianus colchicus formosanus*）和台灣畫眉(*Garrulax canorus*)為「珍貴稀有保育類野生動物」，而紅尾伯勞（*Lanius cristatus*）為「其他應予保育之野生動物」。

由於本調查的紅外線自動相機架設方式主要是針對會在地上活動的動物，因此，資料以地棲性哺乳動物和地棲性鳥類較為準確，表 1 列出目前樣點內所記錄到的地棲性哺乳動物和地棲性鳥類的相關資料。整體而言，哺乳類野生動物以鼠科鼠類（1437 次）所拍到的次數最多，鼬鼱類（979 次）次之，白鼻心（728 次）再次之；地棲性鳥類則以棕三趾鶉（312 次）所拍到的次數最多。若以目別來看，哺乳類有效照片拍攝張數最多的是食肉目（含家犬和家貓），佔所有哺乳類照片的 50.35%，其次為嚙齒 24.25%、再其次為食蟲目 16.52%，其中的偶蹄目應都是放養（牛）或養殖逃逸個體（梅花鹿和水鹿）（圖 7）。

分布最廣的野生哺乳動物是鼠科鼠類和白鼻心，在 56 個樣點中都有 43 個樣點有拍攝紀錄，其次為鼬鼱有 24 個樣點；地棲性鳥類則以台灣竹雞所拍攝到的樣點最多，有 18 個樣點，其次為棕三趾鶉有 11 樣點。由於台中為人口密集、高度開發和人為活動頻繁的都會區和城郊區，家貓和家犬此兩種外來食肉目動物的分布極為廣泛，其中有 43 個樣點共拍攝到高達 1289 隻次的家犬和 38 個樣點拍攝到 577 隻次的家貓活動。另外，在大甲溪南岸河床樣點（CG2 和 CG3）和清泉崗到大甲溪的平台高點（CC4）記錄到環頸雉，然而，3 個樣點大致分布於靠近大

甲溪南岸的清水區和神岡區，顯示其族群分布相當侷限。台中西部地區的台灣獼猴分布也非常稀少，56 個樣點中只有 2 個樣點記錄到此物種，而且都是在大甲溪兩岸的台地邊坡林地內，顯示台灣獼猴在西部地區的族群應極為零星，由照片資料來看兩個樣點都是單獨活動個體，有可能是殘存的個體或圈養後野放個體。而在大肚區望高寮到向上路之間的零星林地記錄到穿山甲，為目前所有樣點中唯一記錄到穿山甲的樣點，雖然其他研究單位（觀察家生態顧問公司）也在台中西部地區有拍攝到穿山甲，但稀有的資料顯示穿山甲在西部地區的族群應極為零星。

表1、2019年1月至10月，台中市西部地區（大甲、外埔、神岡、清水、沙鹿、龍井、大肚和烏日）架設的紅外線自動相機記錄到的地棲性哺乳動物和地棲性鳥類之有效照片數、出現樣點數及出現頻度（OI值）。

物種名	有效照片數	出現樣點數	OI 值 [a]	單一樣點 OI 值範圍 [b]
鼬獾	334	18	2.82	0.23-39.92
白鼻心	728	51	4.67	0.27-29.45
石虎	56	12	0.31	0.28-6.35
家貓	577	38	3.76	0.21-24.92
家犬	1289	43	8.07	0.18-80.33
鼩鼱	979	24	5.13	0.26-69.19
鼠科鼠類	1437	51	7.76	0.22-67.13
台灣野兔	376	22	2.45	0.22-34.99
穿山甲	3	1	0.01	0.65
梅花鹿	2	1	0.01	0.52
水鹿	1	1	0.00	0.22
牛*	138	5	0.62	1.71-16.36
台灣獼猴*	6	2	0.04	0.23-2.10
人	189	17	1.39	0.21-27.44
台灣竹雞*	105	18	0.65	0.23-7.08
環頸雉*	3	3	0.01	0.21-0.27
棕三趾鶉*	312	11	1.35	0.29-39.83

*：以群計算。

a: OI值計算方式為所有樣點OI值之平均值。

b: 各別樣點中該物種的 OI 值範圍。若該樣點為 0，不予列入。

圖 7、台中西部地區（大甲、外埔、神岡、清水、沙鹿、龍井、大肚和烏日）以紅外線記錄到之各目哺乳動物的有效照片比例。

3. 石虎和共域小型食肉目動物的分布

目前所收集的自動相機資料顯示，本年度調查地區的小型食肉目組成物種包含鼬獾、白鼻心、石虎、家貓和家犬 5 種（表 2），其中以白鼻心、家犬為最普遍分布物種，出現之樣點佔所有樣點之 3/4 以上。其次為家貓有將近 2/3 的樣點有紀錄，另外兩種食肉目動物鼬獾和石虎則分別僅有 1/3 和 1/4 左右的樣點有紀錄。

以下就石虎和其他小型食肉目動物分項說明：

(1) 石虎的分布：相機資料顯示，台中西部目前僅在烏溪、大甲溪和大安溪河床有石虎的出現紀錄（圖 8、9），原本預期台中西部僅餘較大片連續林地的大肚區，尤其中油公司所屬的王田油庫區因長期的管制，林相為自然演替數十年的次生林，是台中西部較有可能適合石虎的棲地，並未記錄到石虎出現。檢視上述區域所架設的相機資料，顯示記錄到的野生動物物種與大肚區以及相鄰區域的物種大致相似，唯有鼬獾在本區域有分布，而對於石虎的潛在獵物包括鼩鼱、鼠科鼠類、赤腹松鼠、台灣野兔、竹雞和棕三趾鶉等物種，在此區和鄰近區域的分布和出現頻率並不高，然而，犬貓在此區和鄰近區域分布極為普遍，尤其犬隻在此區有極高的出現頻率；反觀有較多石虎紀錄的外埔區南北邊緣的大甲溪和大安溪的樣點，各種獵物的分布和出現頻率較高，相對的，犬貓的分布和出現頻率都較低。顯示大甲溪和大安溪河床的棲地現況包括食物和外來種的競爭甚至獵捕壓力是石虎尚能在此生存的條件之一。

本年度所架設的 56 個樣點有 12 個樣點記錄到石虎，各樣點石虎的 OI 值介於 0.28-6.35 之間，其中有 4 個樣點 OI 值高於 1（大約 41.6 天拍攝一次），由於這 4 個樣點分別位於烏溪和大安溪南岸靠近火炎山的河床地，後者接近苗栗石虎分布熱區，可能是大安溪分布個體的來源（source），而且樣點（CB2 和 CB3）所

在區域較於其他段河床地有較大面積的林地和農墾地，推測石虎不僅能在此穩定活動和覓食，也逐漸往大安溪下游擴散活動。此外，目前資料顯示大甲溪南北岸的樣點大多有記錄到石虎，其中靠近后里區環保公園的河床地樣點是架設後期才拍攝到石虎，由於與其他大甲溪拍攝到石虎的樣點間有未記錄到石虎的樣點，因此，大甲溪南北岸的石虎個體來源是否為后里和東勢區交界（此區為台中東部石虎分布熱區之一）的石虎族群沿大甲溪往下游擴散，或是其他來源族群擴散至此，有待更進一步研究釐清。另兩個出現頻率較高的樣點（CD3、CD19）是在大肚區的烏溪河床地，此區域距離目前有石虎穩定族群的南投縣有蠻長距離，而且四周都是人口和交通網密集的市鎮和工業區，然而，近兩年彰化縣零星石虎出現紀錄，是否藉由彰化八卦山山區為跳島擴散至此，或是南投族群個體直接沿烏溪或貓羅溪往下游擴散，也有待後續進一步研究釐清。

相較於台中東部所記錄到的石虎樣點 OI 值介於 0.19-1.64（裴家騏和陳美汀 2017，陳美汀和姜博仁 2018），本年度於台中西部所記錄到的石虎樣點 OI 值較高，雖然，根據無線電追蹤資料顯示石虎會於某時間內集中在一小區域內活動一段時間，然後移動到另外一區域活動，因此，單一樣點的石虎出現頻率容易偏高或偏低（裴家騏等 2014）；另一個會影響石虎出現頻率的因子為架設樣點是否位於個體的核心區（core area），也會有偏高的 OI 值，因此，以較長的工作時、大面積取樣和較多的樣點數量可以較準確反映該地石虎的相對密度。此外，根據拍攝到石虎樣點（扣除樣點太亮和相機故障等原因導致拍攝不連續的樣點）的第一次拍攝到石虎所需的平均工作時為 725.42±528.46（N=9，105.27-1615.43），以及有拍攝到石虎的 12 個樣點的石虎平均 OI 值為 1.42，相當於平均拍攝石虎的工作時為 704 小時，而且自 3 月架

設相機開始一直到 10 月都有石虎出現紀錄，顯示有石虎出現的區域，石虎相當穩定的利用該區域。

然而，目前台中所收集到的石虎紀錄顯示台中西部的石虎很可能被分別侷限在大安溪、大甲溪和烏溪的河床地內棲息活動，而目前記錄到石虎的方格內也並非全部是適合石虎的棲地，評估台中西部紀錄到記錄到石虎的範圍所能承載的石虎可能僅有零星幾隻個體，至於是擴散後固定領域個體或是漫遊個體，有待無線電追蹤研究釐清。

彙整三年台中地區石虎分布調查結果，共完成的 17 個行政區（包括東部后里區、東勢區、石岡區、新社區、和平區（部分）、豐原區、北屯區、太平區、霧峰區和西部大甲區、外埔區、神岡區、清水區、沙鹿區、龍井區、大肚區和烏日區）的調查。由於部分區域可架設的相機區域有限且相鄰，因此，將大甲區和外埔區合併、西部后里區和神岡區合併、大肚區和烏日區合併進行分析。總計 15 區（表三）共有 223 個有效相機樣點（附錄 4），其中有 57 個樣點記錄到石虎出現（圖 10），包括 12 個區域（后里、北屯、東勢、新社、和平、太平、霧峰、大甲－外埔、神岡－后里、清水、大肚－烏日區）有記錄到石虎（表四），其中清水區僅在與外埔區交界的大甲溪河床，大肚區和烏日區也僅在烏溪河床有零星紀錄。由於石虎偏好稜線、河谷和溪床活動，這些地理特徵經常為行政區的邊界，因此，行政區的劃分較難正確顯示相對豐富度，在此，以所有有效樣點資料所做成的石虎樣點相對豐富度分布圖（圖 11），較能看出實際現況。根據圖 11 可看出台中地區的石虎分布主要沿山區稜線和兩側延伸邊坡以及河床呈帶狀分布，新社、太平和霧峰三區有較為連續和大面積的分布，后里和東勢交界的淺山丘陵和大安溪床是石虎出現頻度較高且連續分布的地區；此外，東勢區有少數樣點有較高的石虎出現頻率，然而

拍攝到石虎的點位較不連續，可能東勢區的農墾模式可提供石虎利用的棲地面積小，壓縮石虎可行動和利用的範圍，而導致較高的出現頻率，也可能造成石虎個體活動和族群擴散的阻隔。

表 2、2019 年 1 月至 10 月台中市西部區域（大甲、外埔、神岡、清水、沙鹿、龍井、大肚和烏日）以及 2016 年 9 月至 2018 年 10 月台中市東部區域（后里、石岡、豐原、北屯、東勢、新社、和平（部分）、太平和霧峰）內架設的紅外線自動相機記錄到的食肉目動物之有效照片數、出現頻度（OI 值）和出現樣點數之比較。

樣區	西部 (N=56)			東部 (N=167)		
工作時	172,834.02			452,922.22		
物種	照片	OI	出現樣點數量	照片	OI	出現樣點數量
鼬獾	334	2.82	18	3695	8.25	140
麝香貓	0	0.00	0	1	0.002	1
白鼻心	728	4.67	51	1720	4.01	142
食蟹獴	0	0.00	0	647	1.34	91
石虎	56	0.31	12	86	0.23	45
家貓	577	3.76	38	204	0.43	37
家犬	1289	8.07	43	1523	3.57	106
原生食肉目動物物種數	3			5		
外來食肉目動物物種數	2			2		

表 3、2016 年 9 月至 2019 年 10 月，台中市淺山地區以紅外線自動相機記錄到的食肉目動物之有效照片數和出現頻度（OI 值）。OI 值為該區各相機樣點 OI 值之平均值。

樣區	后里 (N=9)		石岡 (N=6)		豐原 (N=5)		北屯 (N=10)		東勢 (N=45)		新社 (N=19)		和平 （N=33）	
工作時	22315.30		15810.75		13774.28		27829.00		121645.98		46980.00		93534.13	
物種	照片	OI	照片	OI	照片	OI	照片	OI	照片	OI	照片	OI	照片	OI
黃鼠狼	1	-*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
鼬獾	38	1.42	98	6.13	13	0.94	15	0.57	1194	9.72	350	8.55	1054	11.52
麝香貓	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.03	0	0.00	0	0.00	0	0.00
白鼻心	94	4.04	46	2.74	150	10.24	105	3.58	398	3.37	285	7.69	105	1.17
食蟹獴	0	0.00	2	0.12	0	0	3	0.11	138	1.07	108	2.08	238	2.17
石虎	9	0.34	0	0.00	0	0.00	4	0.15	33	0.39	15	0.31	5	0.06
家貓	0	0.00	7	0.42	7	0.48	31	0.97	52	0.42	1	0.03	32	0.28
家犬	34	1.55	51	2.82	183	15.58	92	3.52	468	3.99	59	1.27	105	1.18
原生食肉目物種數	4		3		2		5		4		4		4	

樣區	太平 (N=24)		霧峰 (N=16)		神岡一后里 (N=6)		大甲一外埔 (N=11)		清水 (N=8)		沙鹿 (N=6)		龍井 (N=4)		大肚一烏日 (N=21)	
工作時	66863.80		44168.97		19721.32		27835.37		26513.65		18500.58		7780.18		72482.92	
物種	照片	OI	照片	OI	照片	OI	照片	OI	照片	OI	照片	OI	照片	OI	照片	OI
黃鼠狼	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
鼬獾	536	8.01	397	9.11	23	3.88	295	11.69	3	0.09	4	0.40	0	0.00	9	0.13
麝香貓	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
白鼻心	334	4.66	203	5.13	30	1.43	199	7.58	95	3.73	98	4.72	37	6.01	269	4.16
食蟹獴	90	1.52	68	1.59	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
石虎	13	0.20	7	0.17	6	0.24	36	0.98	1	0.04	0	0.00	0	0.00	13	0.22
家貓	60	0.94	14	0.43	20	0.82	86	4.45	51	2.01	56	3.34	83	7.41	281	4.34
家犬	500	8.22	31	0.73	25	1.00	81	2.92	117	4.53	27	2.03	45	7.27	994	16.02
原生食肉目物種數	4		4		3		3		3		2		1		3	

表 4、記錄到石虎的相機點位以及鄰近區（未架相機但石虎可能出現）所屬的行政區（區、里）。

區	里	石虎出現樣點	鄰近區
大肚	新興	*	
烏日	湖日	*	
	三和		*
大甲	太白	*	
外埔	廓子	*	
	土城	*	
	水美	*	
	三崁	*	
清水	海風	*	
	頂湳		*
后里	公館	*	
	泰安	*	
	廣福	*	
	墩南	*	
	太平	*	
	舊社	*	
神岡	新庄	*	
	圳前		*
	溪洲		*
	神洲		*
	豐洲		*
東勢	明正	*	
	埤頭		*
	泰興		*
	茂興		*
	下新	*	
	東新	*	
	中嵙	*	
	隆興	*	
	慶福	*	
	慶東		*

表 4（續）

區	里	石虎出現樣點	鄰近區
和平	自由	*	
	中坑	*	
	南勢	*	
	天輪		*
新社	慶西	*	
	中和	*	
	福興	*	
	協成	*	
北屯	民德	*	
	東山		*
	民政	*	
太平	頭汴	*	
	東汴	*	
	黃竹	*	
霧峰	桐林	*	
	坑口	*	
	峰谷		*
	萬豐	*	

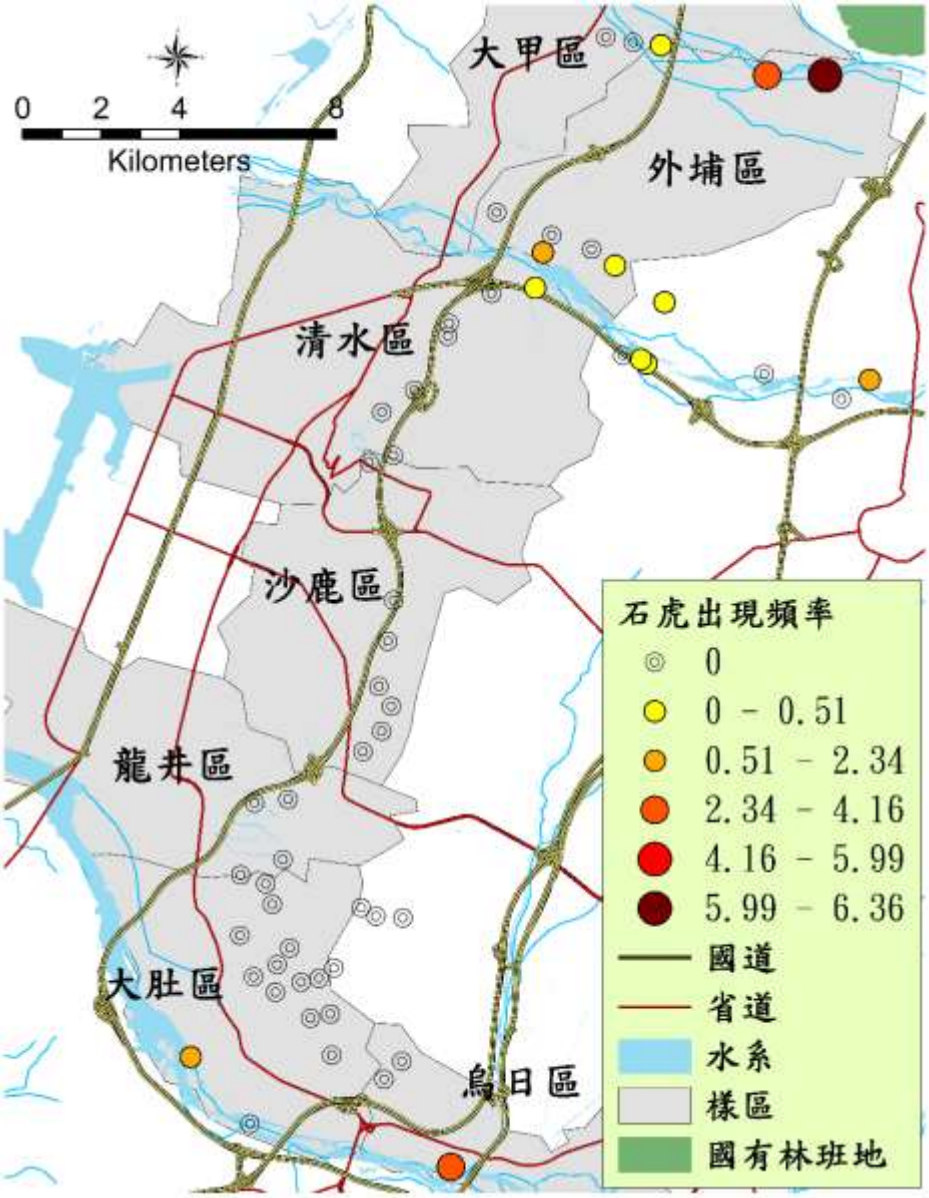


圖 8、2019 年 1 月至 10 月，於台中西部地區（大甲、外埔、神岡、清水、沙鹿、龍井、大肚和烏日）架設的紅外線自動相機所拍攝到的石虎樣點。

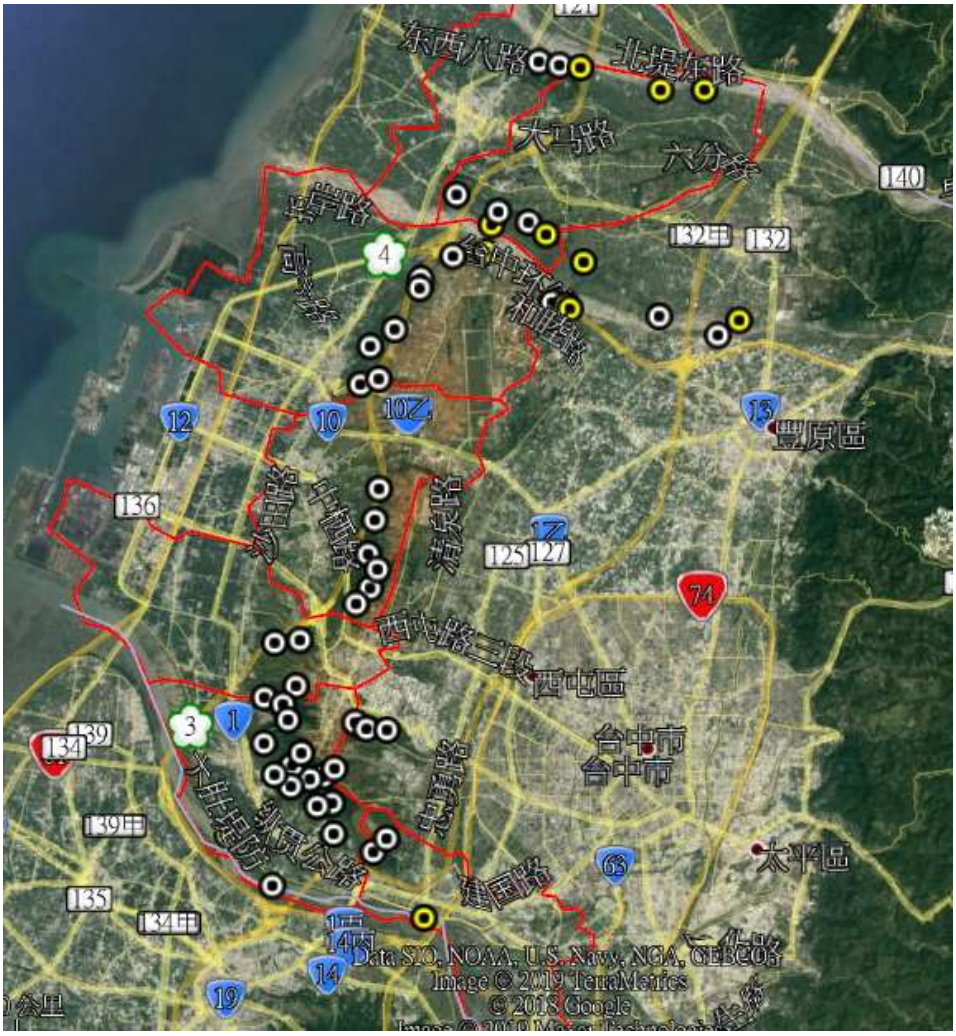


圖 9、Google 地圖顯示本年度架設的紅外線自動相機樣點（白底黑圓心點）和記錄到石虎的樣點（黃底黑圓心點）位置。

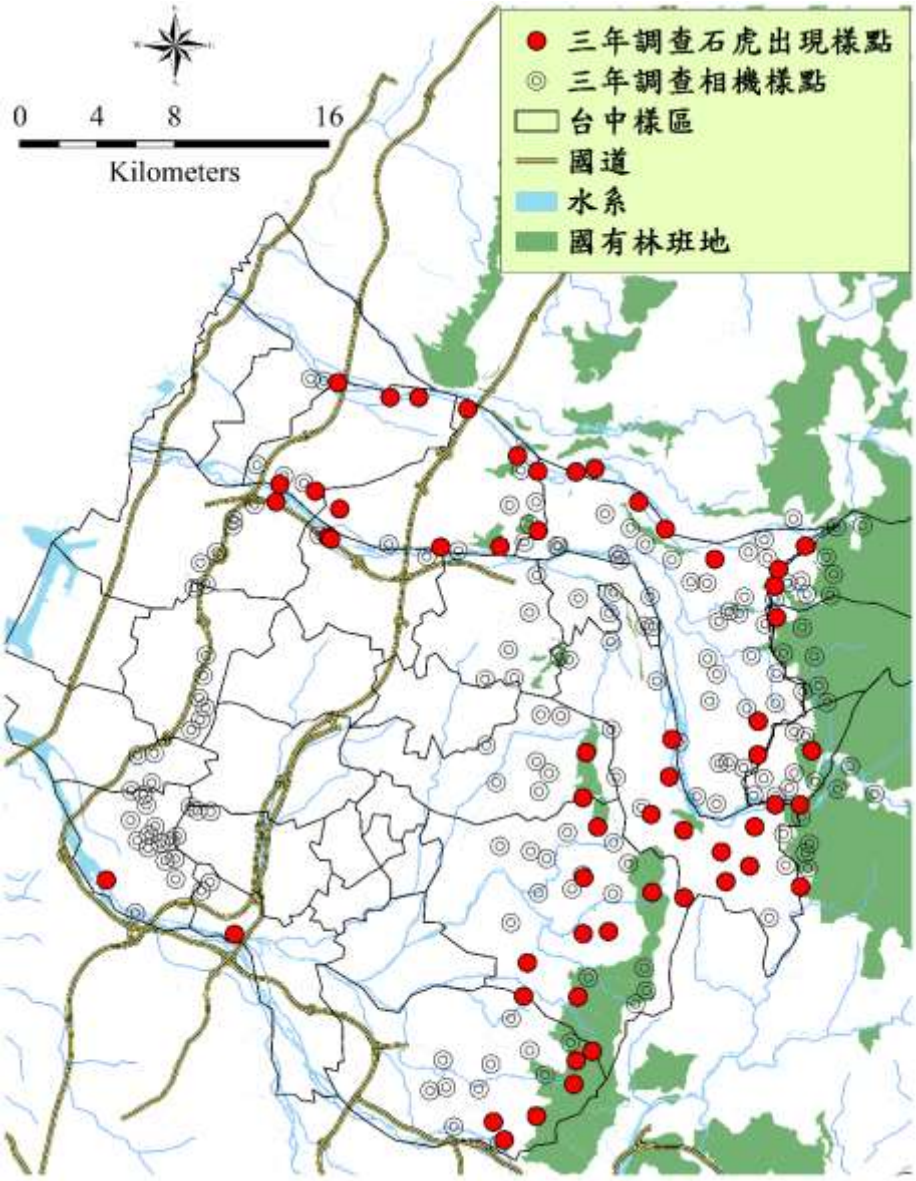


圖 10、2016 年 9 月至 2019 年 10 月，在台中市淺山地區以紅外線自動相機調查石虎族群分布所架設的相機點位和記錄到石虎的樣點。

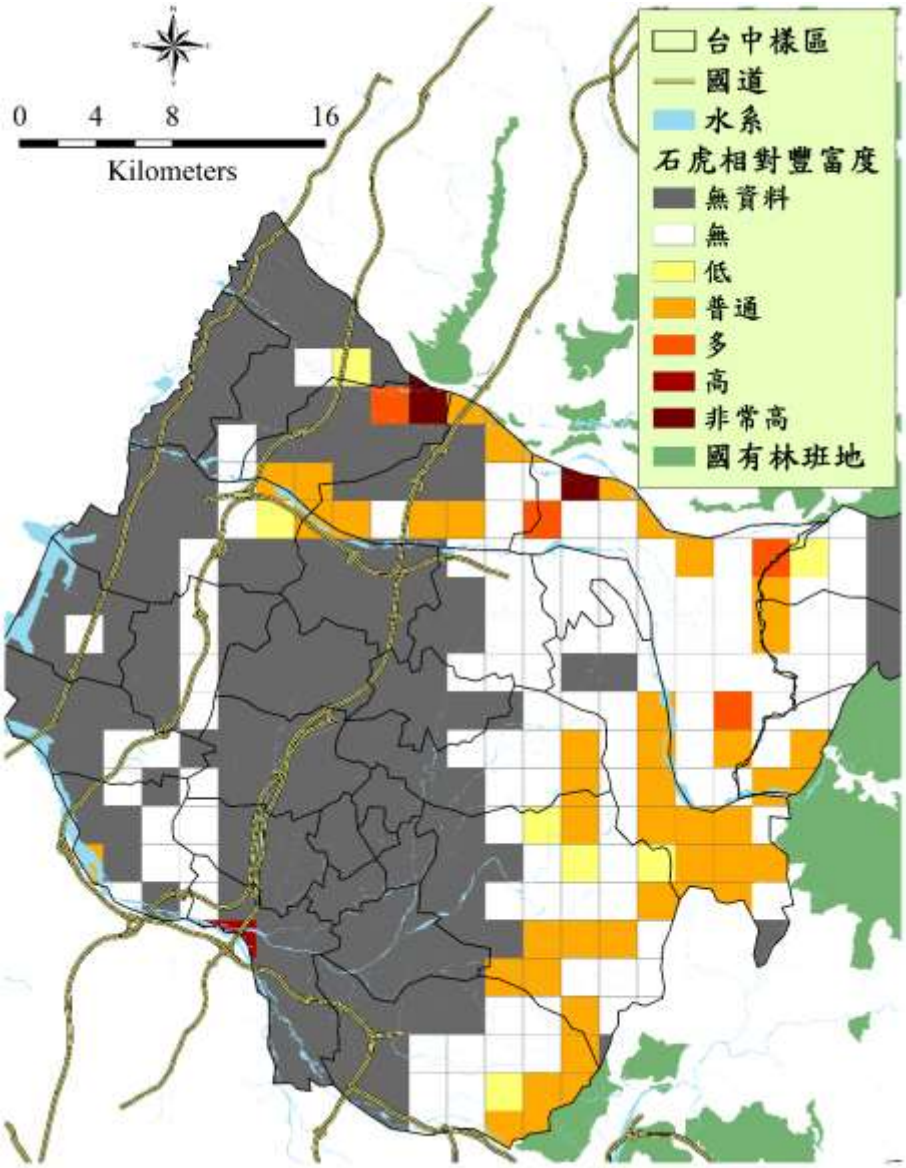


圖 11、2016 年 9 月至 2019 年 10 月，在台中市淺山地區以紅外線自動相機記錄到石虎之樣點相對豐富度。

(2) 白鼻心的分布：白鼻心為台中西部所拍攝到的野生食肉目動物中分佈最普遍的物種，56 個架設樣點中有高達 51 個樣點記錄到此物種（圖 12），其中有 9 個樣點的 OI 值超過 7.77。雖然，屬於食肉目靈貓科的白鼻心其食性偏植物類，但仍是食性極廣包含各種小型動物的雜食性動物。由於白鼻心仍偏向樹棲性的活動模式，因此，仍應偏好有林地的棲息環境，不過，目前資料顯示河床地的樣點仍有白鼻心的出現，顯示此物種的適應力極強，即使在破碎林地也都有記錄到白鼻心，判斷在食物來源充足的情況下，白鼻心在破碎林地中仍有其生存能力。另一個可能是白鼻心在台中西部鄰近市鎮都會區、甚至工業區的破碎林地生存的優勢，可能是其樹棲能力降低遭受流浪或放養犬隻威脅的機會。

彙整三年資料所得白鼻心的樣點相對豐富度分布圖(圖 13）可看出白鼻心在台中淺山地區是非常普遍分布的食肉目動物，於各區的都有出現頻率很高的樣點，根據現場調查記錄，有較高出現頻率的樣點多為面積較大和林相較鬱密林地，較有利於樹棲的白鼻心棲息與活動，同時，淺山地區的市鎮開發區和果園開墾地，都導致林地面積相對較小且零星，不利於樹棲型的白鼻心棲息活動，也可能使個體集中在林相較好的小區域，導致在這些地區所保留的林地中有較高的出現頻率。比較台中西部和東部的白鼻心分布樣點和出現頻率，西部有較多分布和較高出現頻率的趨勢，與新竹和苗栗淺山地區的結果類似（裴家騏和陳美汀 2008)。

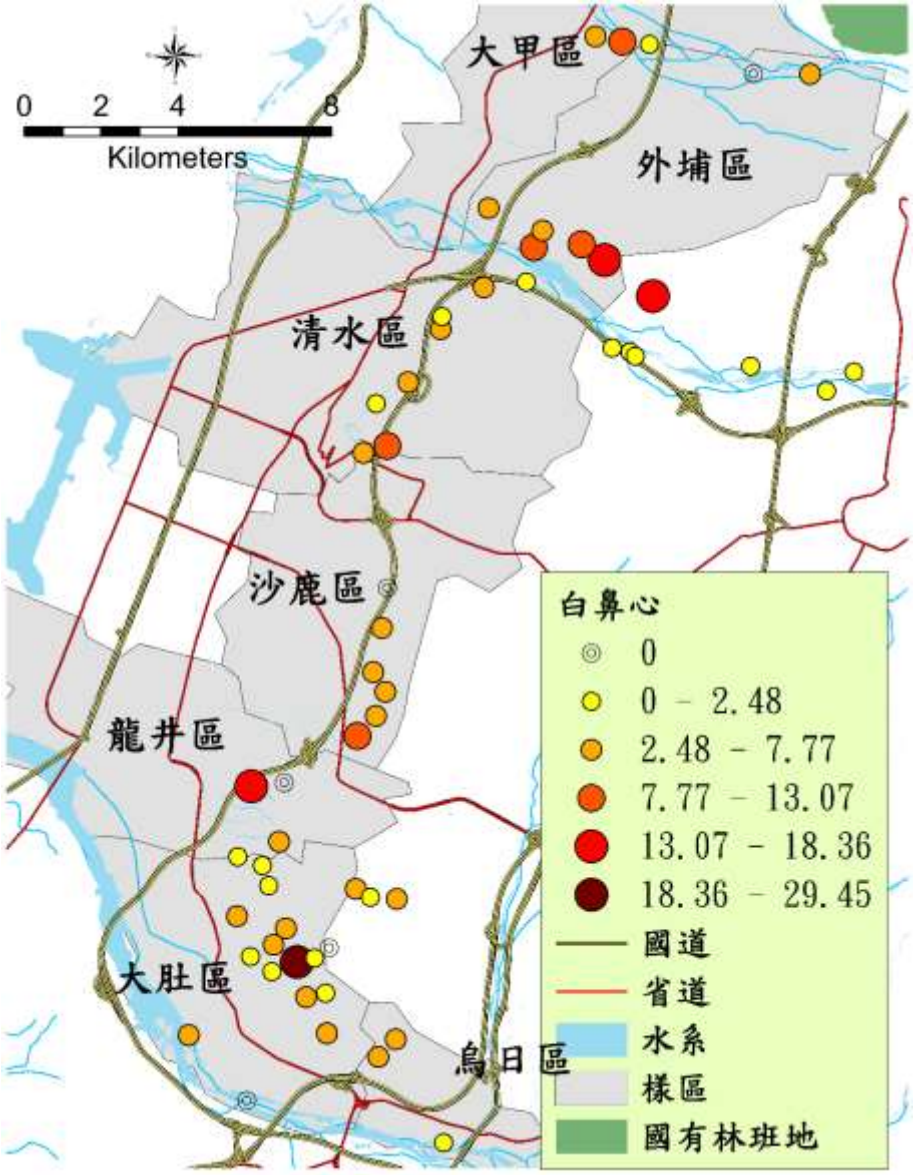


圖 12、2019 年 1 月至 10 月，於台中西部地區（大甲、外埔、神岡、清水、沙鹿、龍井、大肚和烏日）架設的紅外線自動相機所拍攝到白鼻心的樣點。

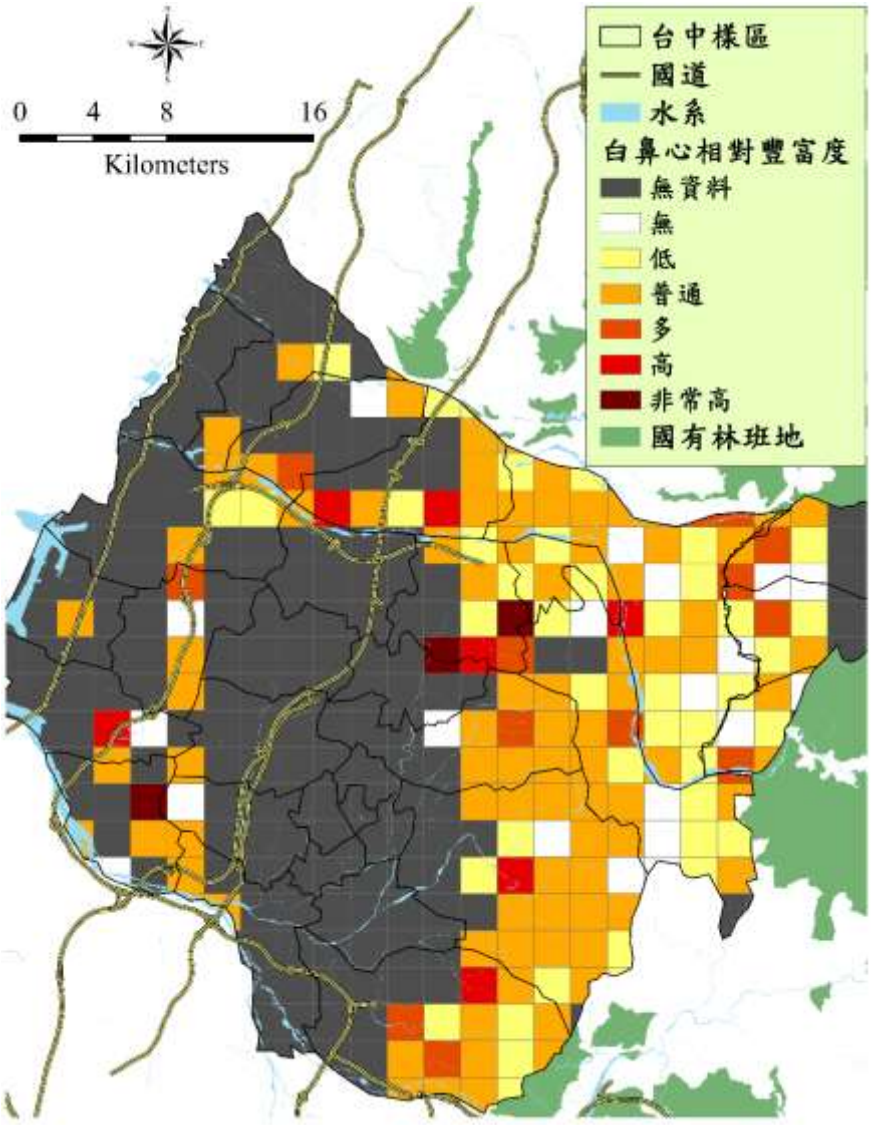


圖 13、2016 年 9 月至 2019 年 10 月，在台中市淺山地區以紅外線自動相機調查到白鼻心之樣點相對豐富度。

(3) 鼬獾的分布：本年度所架設的 56 個樣點中有 18 個樣點記錄到鼬獾，圖 14 可看出有鼬獾出現的樣點主要分布在外埔區南北邊的大安溪和大甲溪的河床地和鄰近林地，沙鹿區僅有 1 個樣點記錄到鼬獾，大肚區的樣點中只有中油公司所屬的王田油庫區及附近的樣點有記錄到鼬獾，此地區因長期的管制，林相為自然演替數十年的次生林，在台中西部地區屬於較大片連續森林。根據過去的相關研究顯示鼬獾偏好潮濕和小樹徑林木密度高、地被植物較密的環境，應該與其食性有關，因此，目前台中西部地區的自然環境確實較不利於鼬獾的棲息；另外，可能影響鼬獾生存的還有台中西部地區的犬隻問題，鼬獾不僅體型較小，活動速度較緩慢且沒有白鼻心的靈活和樹棲活動能力，在犬隻活動頻繁的地區較容易受到攻擊，此外，犬隻密度高相對也有較高的疾病的傳染風險，包括對鼬獾影響較為嚴重的狂犬病。

彙整 3 年所收集的資料顯示，台中西部地區的鼬獾分布較東部的分布狀況不普遍，無論是出現樣點比例和出現頻率都遠低於台中東部區域（表二），此結果也與新竹和苗栗淺山地區鼬獾的分布由西往東遞增的趨勢大致相符（裴家騏和陳美汀 2008）。由圖 15 可看出整個樣區的東北部是鼬獾分布最密集且出現頻率最高的區域，最東北的東勢林場有相當大面積的連續次生林地，人為開墾的活動也較少，尤其林地鬱閉度較高、林下陰暗朝濕，有利於偏好潮濕高水分梯度的鼬獾棲息（裴家騏和陳美汀 2008）。

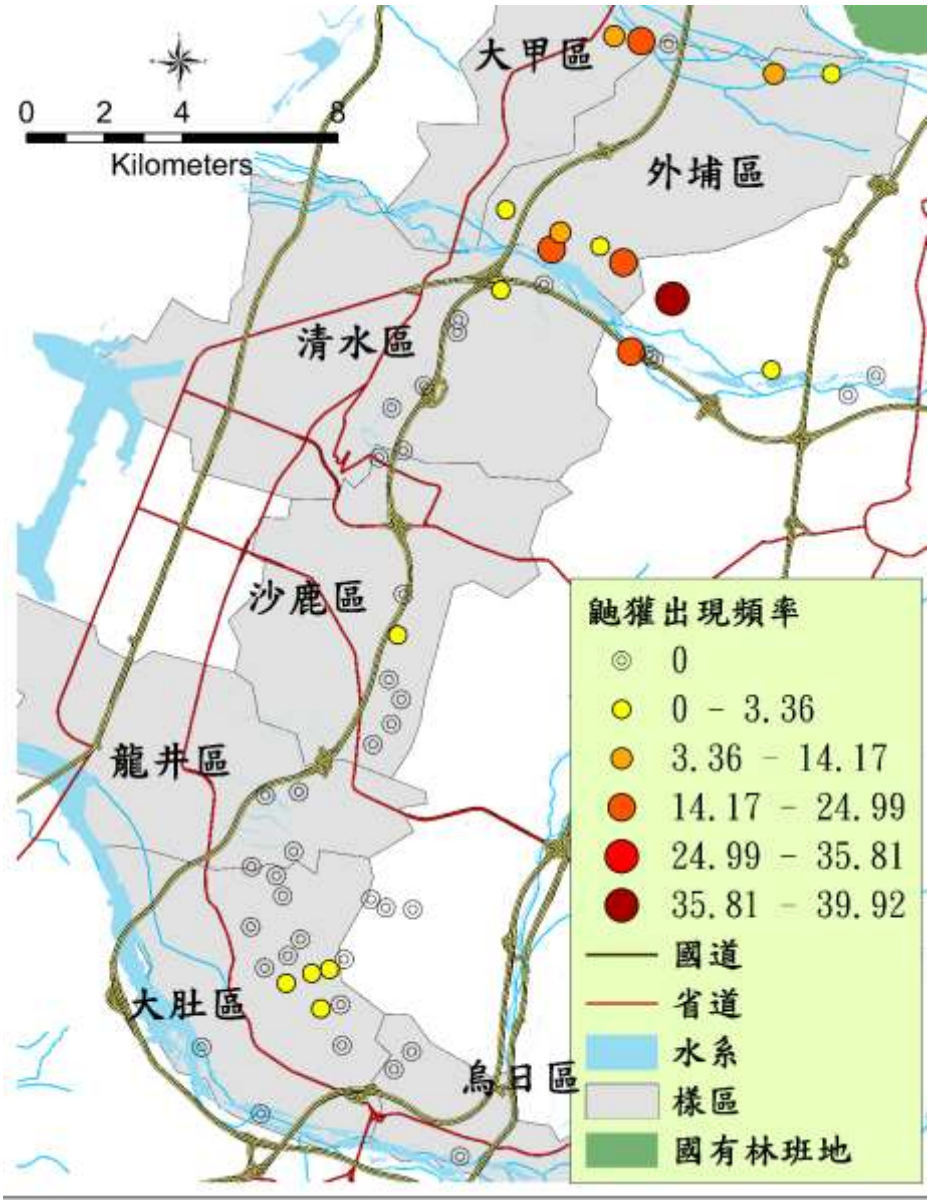


圖 14、2019 年 1 月至 10 月，於台中西部地區（大甲、外埔、神岡、清水、沙鹿、龍井、大肚和烏日）架設的紅外線自動相機所拍攝到的鼬獾樣點。

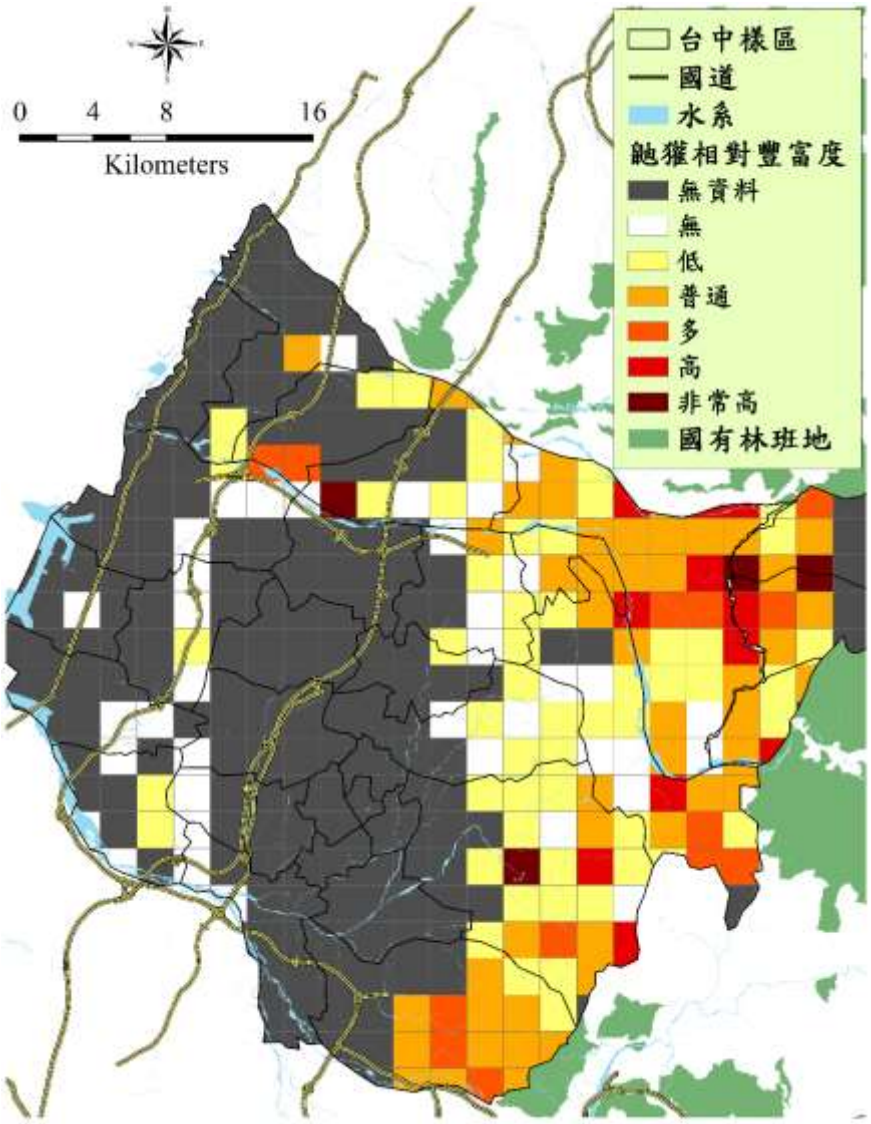


圖 15、2016 年 9 月至 2019 年 10 月，在台中市淺山地區以紅外線自動相機調查鼬獾之樣點相對豐富度。

(4) 食蟹獴的分布：本年度的調查料顯示台中西部並未有食蟹獴族群的分布，由於食蟹獴偏好干擾較小且潮濕有溪流的林地，台中西部林地不僅較為破碎、人為活動干擾高而且缺乏長年有水的溪流，不利於食蟹獴生存。彙整 3 年資料所得的樣點相對豐富度分布圖（圖 16），可知食蟹獴在台中淺山地區較侷限於東部東勢區山區稜線和兩側（與和平交界）、新社區、太平區和霧峰區，這些區域都是地勢較為陡峭的稜線和溪谷區，符合食蟹獴偏好溪流和潮濕的棲地習性。

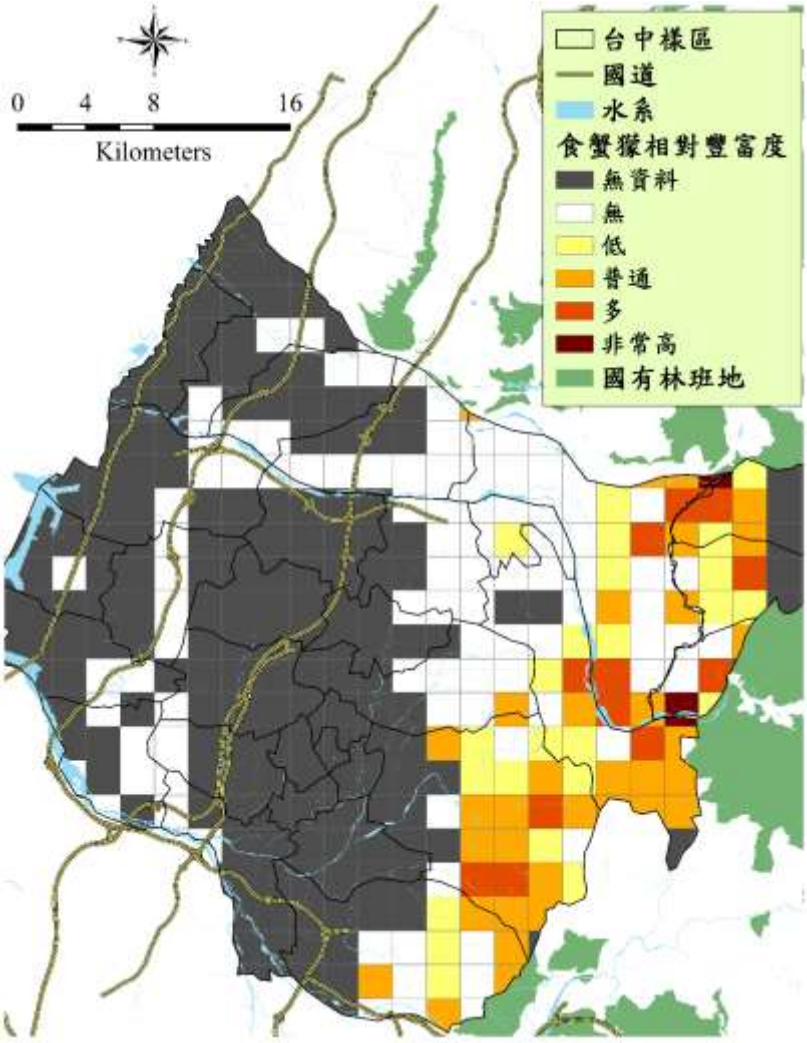


圖 16、2016 年 9 月至 2019 年 10 月，在台中市淺山地區以紅外線自動相機調查食蟹獴之樣點相對豐富度。

(5) 家貓的分布：本年度資料顯示台中西部有將近 2/3 的樣點有記錄到家貓（圖 17），56 個樣點中有 38 個樣點記錄到家貓，幾乎所有的樣區都有記錄到家貓，唯大安溪南岸的樣點中僅有靠近邊坡住家的樣點有極高的家貓出現頻率，檢視幾個家貓高出現頻率的樣點都是鄰近住家、步道和公墓區，反觀河床地的家貓分布比例和出現頻率較低，顯示家貓的生存仍與人類聚落和活動有密切關係。由家貓的樣點相對豐富度分布圖（圖 18）可發現台中東部的家貓的分布雖然較為零星，但應該也與聚落和人為活動，例如登山步道有密切關係（陳美汀和姜博仁 2018）。

表二可看出台中西部區域家貓出現的樣點無論是樣點分布比例或出現頻率都較台中東部地區的家貓分布比例與出現頻率為高；同樣地，也比過去在新竹、苗栗淺山地區（裴家騏和陳美汀 2008）和南投淺山地區（劉建男等 2016）所調查到的家貓分布比例和出現頻率高，由於台中西部的開發程度較高，不僅林地較為破碎，人為干擾程度高，有利於家貓和家犬入侵林地。由於家貓與石虎在食性上仍有部分重疊（莊琬琪 2012），加上貓科動物原本在捕食獵物的本能上極強，即使是會依靠人類食物的放養家貓，仍會獵捕野外獵物（郭智筌 2006），對於石虎有食物競爭上的威脅。此外，近年來已有野生動物疾病研究逐漸發現野外石虎個體有感染貓泛白血球減少症與小病毒的案例，不僅對於石虎個體的健康和生存有極大威脅，甚至可能間接導致石虎路殺（陳貞志 2018），顯示家貓在野外的族群分布與數量已造成面臨瀕危的石虎族群存續的衝擊。尤其，原本評估台中西部地區最有可能有石虎族群分布的大肚區王田油庫管制區的相機樣點不僅尚未拍到石虎出現，同時發現這幾個樣點有較高的家貓出現頻率，對於石虎族群在台中西部地區的現況有不利之影響。另外，登山步道區的相機樣點也有較高的家貓出現頻率，顯示有較多人為活動的地區

所產生的人類餵食或丟棄的食物，會助長其族群繁衍。

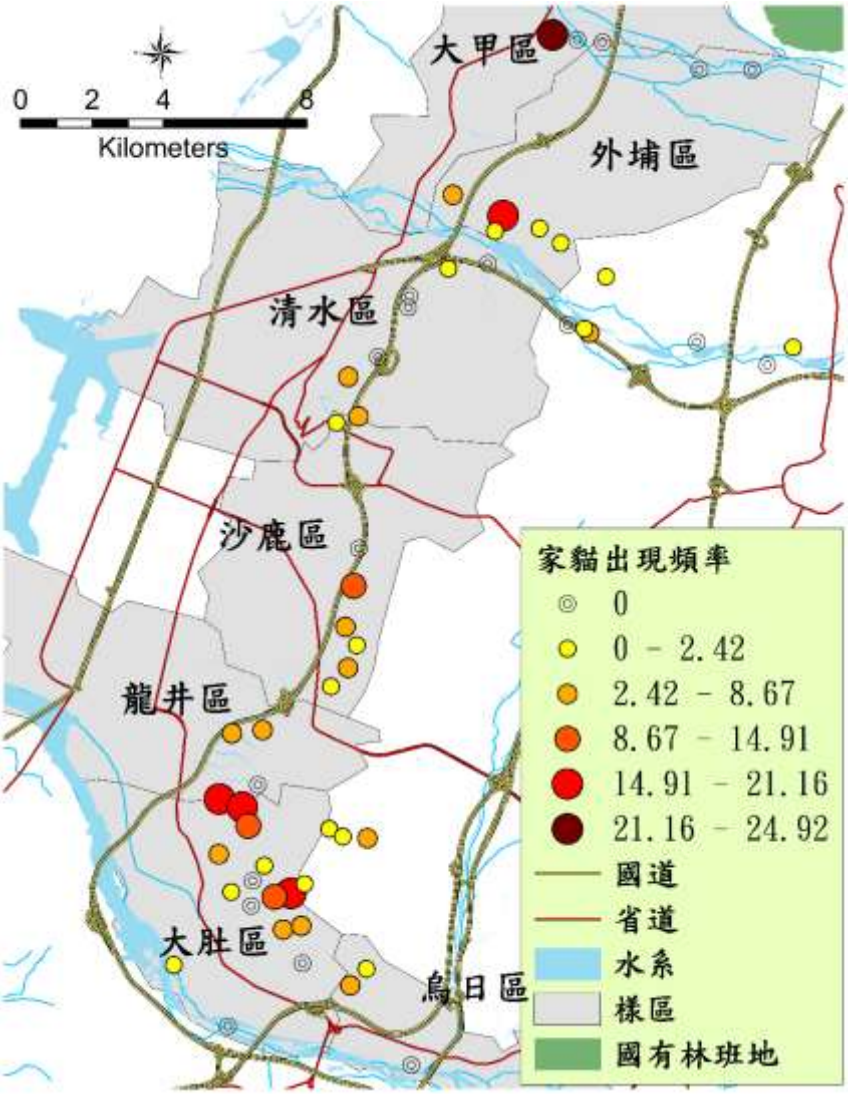


圖 17、2019 年 1 月至 10 月，於台中西部地區（大甲、外埔、神岡、清水、沙鹿、龍井、大肚和烏日）架設的紅外線自動相機所拍攝到的家貓樣點。

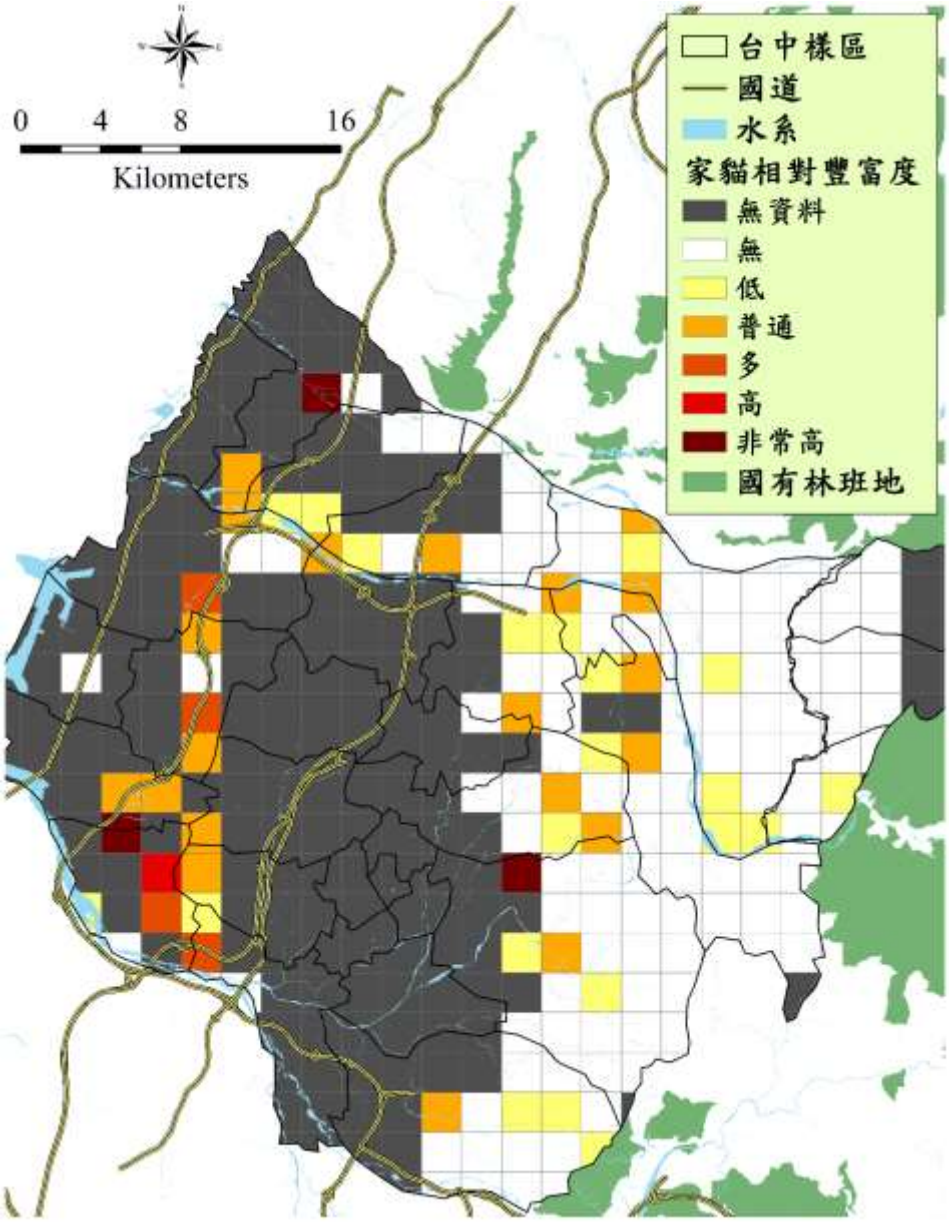


圖 18、2016 年 9 月至 2019 年 10 月，在台中市淺山地區以紅外線自動相機調查家貓之樣點相對豐富度。

(6) 家犬的分布：家犬為台中西部調查中分布相當普遍而且出現頻率最高的食肉目動物，56 個相機樣點中有 43 個樣點記錄到犬隻活動（圖 19），許多樣點會有數隻不同個體出現，其中有 16 個樣點出現 7 隻以上的不同個體，尤其是大肚區的樣點，許多記錄到家犬的樣點的出現頻率都非常高，而且多是一群多隻活動。18 個有家犬出現的樣點中有 6 個樣點的出現頻率高於 20.8，相當於平均每兩日會有 1 隻次的犬隻經過該相機點。其中幾個出現頻率最高的樣點是在中油公司所屬的王田油庫區以及附近登山步道區或是鄰近公墓區的樣點，由於王田油庫區外圍有工業區和密集住宅，顯示鄰近工業區和住宅區以及頻繁的登山活動和人潮，所產生的餵食行為和垃圾問題，都可能會增加流浪犬的數量與活動，這與台中東部部分區域所面臨的犬貓問題大致相同（裴家騏和陳美汀 2017，陳美汀和姜博仁 2018）。

而根據三年調查所得的家犬的樣點相對豐富度分布圖（圖 20）可看出家犬在台中淺山地區的分布極為普遍，尤其越靠近台中市中心市區的外圍淺山地區，應該與人類餵食、放養和淺山登山步道的遊客行為（餵食與垃圾）有密切關係。不過，依據拍攝照片中家犬是否佩戴頸圈、營養和毛髮狀況、個體的品種和是否同時有人類活動判斷，台中西部地區樣點出現的多為放養犬或流浪犬，反觀台中東部地區則有獵犬和非法狩獵的問題（陳美汀和姜博仁 2018）。不過仍有沙鹿區的一個樣點（CL2）持續拍到配戴發報器的犬隻。由於目前記錄到石虎的 12 個樣點中有高達 10 個樣點也同時記錄到犬隻活動，雖然，這些樣點的犬隻出現頻率不是很高，但是家犬不僅與石虎競爭食物（Watanabe *et al*. 2003），甚至部分樣點有拍攝到犬隻追捕野兔和嘴叼獵物的情形，同時犬隻也會干擾與獵捕石虎（個人觀察），近年來也有研究顯示野生石虎族群也極高比例的個體曾感染由家犬傳播的犬瘟熱病毒，顯示家犬對於

石虎個體健康和族群存續有其威脅性(裴家騏等 2011),犬隻也會傳染犬小病毒導致石虎的健康威脅和增加路殺風險(陳貞志 2018)。此外,家犬也會干擾和獵捕當地其他的野生動物、甚至傳染疾病給其他食肉目野生動物,對於淺山生態造成極大影響,因此,家犬的分布與數量問題亟待解決。

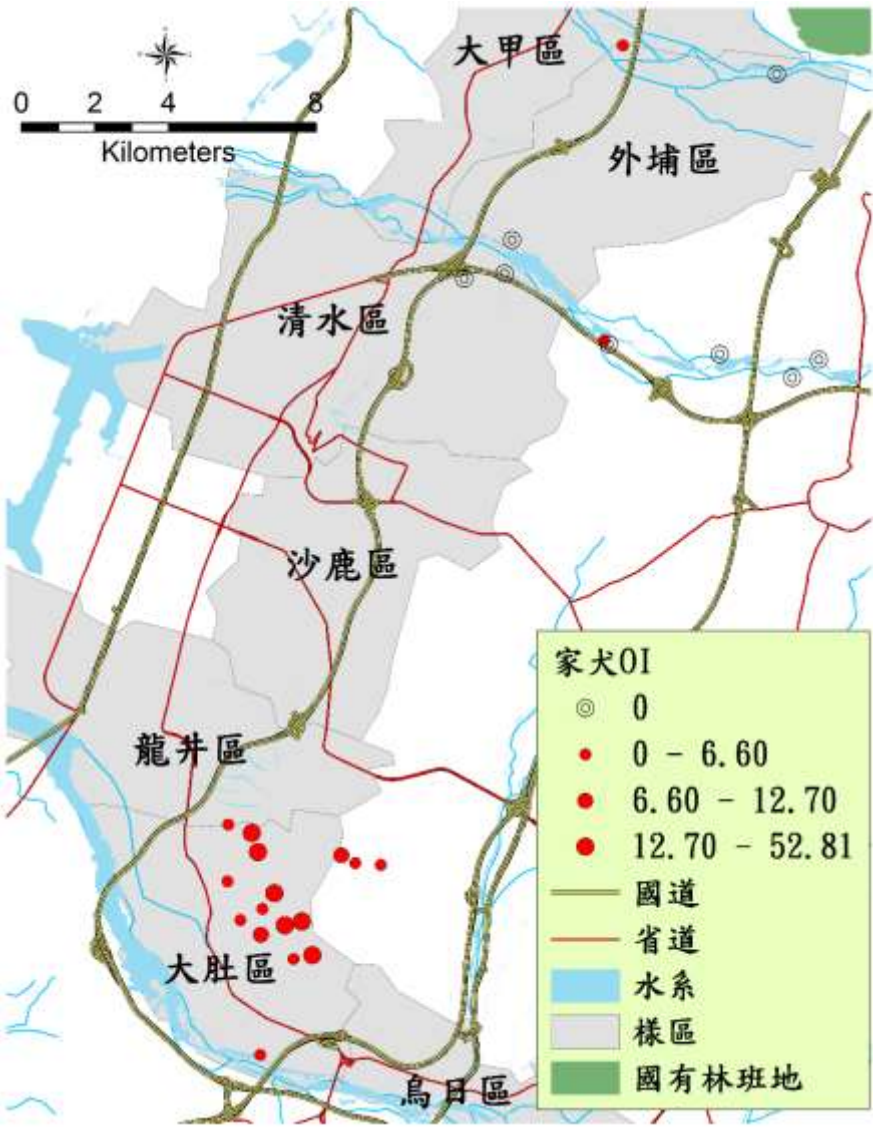


圖 19、2019 年 1 月至 10 月,於台中西部地區(大甲、外埔、神岡、清水、沙鹿、龍井、大肚和烏日)架設的紅外線自動相機所拍攝到的家犬樣點。

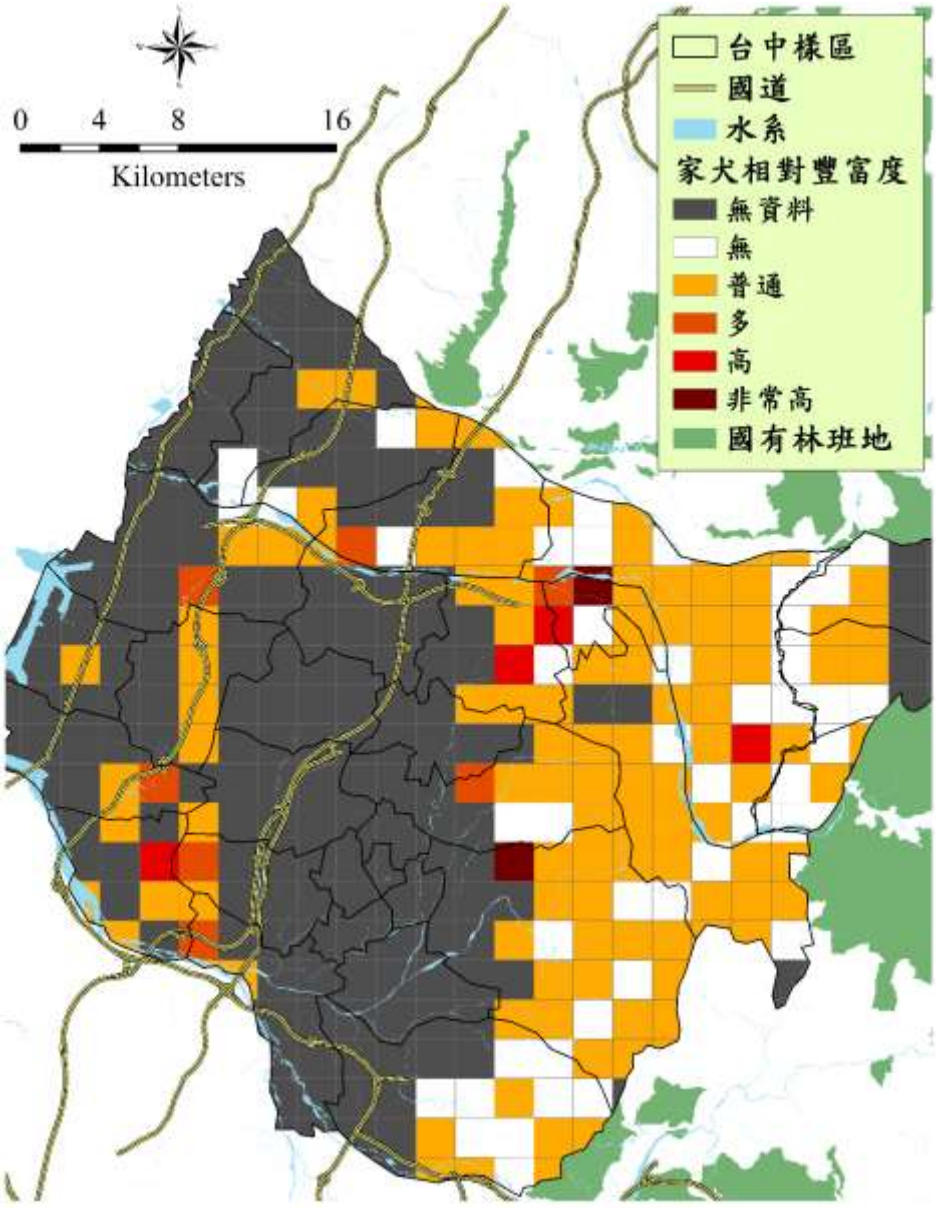


圖 20、2016 年 9 月至 2019 年 10 月，在台中市淺山地區以紅外線自動相機調查犬隻之樣點相對豐富度。

綜合本年度所調查的資料可看出，台中西部地區的食肉目野生動物組成除了白鼻心此種野生食肉目動物較為普遍，鼬獾則是零星分布，石虎則僅在河床地活動，反而以家犬和家貓這兩種外來種食肉目動物更為優勢，不僅分布相當普遍，而且有很高的出現頻率，因此，其族群數量和分布的控制，是本區淺山生態經營管理極需面對的課題。

烏溪、大甲溪南岸和北岸以及大安溪南岸河床地的相機都有記錄到石虎出現，加上第一、二年在台中市轄區東半部淺山地區的調查結果（裴家騏和陳美汀 2017，陳美汀和姜博仁 2018），同樣在大安溪和大甲溪沿岸河床地有記錄到石虎，顯示台中淺山地區的河床地不僅是石虎可利用之棲地，更有可能在石虎個體的擴散、甚至族群基因的傳播有其重要性，因此，河川地的棲地營造和經營管理，甚至流浪犬的族群控制都是台中西部地區石虎保育的重要工作。

和第一、二年在台中市轄區東半部淺山地區的調查結果相較（表 2，彙整裴家騏和陳美汀 2017，陳美汀和姜博仁 2018 資料），台中西部地區的食肉目群聚的物種組成除了沒有食蟹獴和麝香貓兩物種的紀錄，各物種的分布和出現頻度也有差異。其中，白鼻心和家犬在東部和西部都是普遍分布的物種，也有很高的出現頻率，尤其家犬在西部的出現頻率更高於東部；但是鼬獾在東部是極為普遍的物種，在西部則僅零星分布，出現頻率也是西部明顯低於東部；家貓則是在西部分布較東部更為普遍，而且出現頻率也是西部明顯高於東部。另外，值得注意的是西部的石虎出現樣點和出現頻度高於預期，但是，西部的石虎僅出現在大安溪、大甲溪和烏溪沿岸的河床地，在丘陵地的林地內完全沒有紀錄，雖然，西部地區所拍攝到石虎的出現頻度較東部地區高，但是西部和東部石虎出現的棲地類型差異很大，目前缺少石虎在河床地的棲地利用和活動範圍大小的相關生態資訊，無法藉由出現頻率判斷兩個地區的石虎密度，尤其，西部地區目前石虎僅侷限於河床地，是否為定居或擴散個體有待更進一步的無線電追蹤研究釐清。

4. 石虎與共域動物出現的相關性

彙整三年調查資料，扣除圈養和逃逸的牛、梅花鹿和水鹿，所拍攝到的 16 種非石虎（食蟲目及鼠科鼠類分別合併）的地棲性野生哺乳動物，在 57 個石虎的分布樣點中都有出現，其中以鼠科鼠類與石虎的分布樣點有最高的重疊度(52/57)、其次為白鼻心(51/57)及鼬獾(46/57)，另外，與非野生動物的家犬也有 35/57 的重疊度；重疊度最低的物種為台灣野山羊（3/57）、台灣野兔（10/57）和家貓（12/57）。由於白鼻心、鼬獾和鼠科鼠類為調查區域普遍出現的物種，樣點的重疊度高並不意外，而台灣野山羊偏好中海拔和原始森林環境，因此與石虎的重疊度低仍屬正常，台灣野兔應是石虎的重要獵物，但因偏好草生地環境，因調查環境的限制，自動相機調查會記錄到野兔的情形不多，三年調查中同時記錄到石虎和台灣野兔的樣點大多在河床地，因此，自動相機資料較無法真實呈現台灣野兔的分布和與石虎的關係；反而，家貓與石虎的低重疊度是值得注意的現象，除了台中東部地區石虎和家貓的出現樣點重疊度低之外，台中西部的家貓主要還是出現在低海拔淺山丘陵地，因此，石虎和家貓出現樣點的重疊度較低，這也使得家貓這種外來種的貓科目前對於石虎的威脅較低，此與苗栗地區（裴家騏和陳美汀 2008）和南投地區（劉建男等 2016）有所差異，苗栗地區和南投地區所拍攝到的石虎樣點中有較高的比例（分別為 15/42 和 27/67）拍攝到家貓，可能與當地聚落分布或居民生活習慣有關。由於家貓多靠近聚落或散戶並依賴人類提供食物，台中地區靠近東側的山區，住戶多為零星散布，許多居民都住在外圍市區，只有白天到山區的果園工作，可能不利於自由貓隻的生存和散布。反而，同樣是外來種的食肉目的家犬，其分部與石虎的重疊度較高，值得特別重視。家犬不僅會與石虎競爭食物資源(Watanabe *etal*., 2003)、傳染犬瘟熱等疾病(裴家騏等，2011)，群聚的犬

隻或是人為帶入山區獵捕的獵狗也會追趕甚至獵捕石虎，因此，台中淺山地區的流浪犬和獵狗狩獵問題亟待解決。

將有石虎出現樣點的石虎出現頻率和鼬獾、白鼻心、食蟹獴、家貓和家犬等 5 種食肉目動物(麝香貓和黃鼠狼僅有一個點位不納入分析）以及石虎獵物物種的出現頻率分別繪製分散圖（圖 21、圖 22），同時，進行石虎與 5 種食肉目動物以及其獵物物種在各樣點出現頻率的相關性分析（表 5），獵物物種包括鼠科鼠類、赤腹松鼠、台灣野兔、食蟲目及小型雉雞科與三趾鶉科鳥類，分析時將鼠科鼠類、赤腹松鼠、台灣野兔和食蟲目合併為小型哺乳動物，小型雉雞科與三趾鶉科則合併為小型地棲鳥類。分析結果，石虎的出現頻率與 5 種食肉目動物以及獵物的小型哺乳動物和小型地棲鳥類的出現頻率和都沒有顯著相關（$p<0.05$，無母數 Spearman 相關性分析），不過，鼬獾與石虎的出現頻率仍大致可看出有負相關性（$p=0.081$，無母數 Spearman 相關性分析），此結果與台中東部調查結果所顯示鼬獾與石虎的出現頻率有顯著負相關的差異，可能是由於併入分析的台中西部地區的鼬獾出現樣點很少所致。

新竹、苗栗地區的研究（裴家騏和陳美汀 2008）發現石虎的出現頻率與家犬、野兔和竹雞的出現頻率有正相關，但與鼠類及鼬獾呈負相關。劉建男等（2016）的研究結果也顯示南投淺山地區石虎的出現頻率與家犬、嚙齒目和食蟲目的出現頻率呈正相關，但與食蟹獴的出現頻率為負相關，推測食蟹獴對溪流有較高的依賴性，而與石虎有不同的棲地需求，同時對於苗栗和南投地區石虎與獵物出現頻率的相關性呈現不同的結果，推測也許是區域的獵物相對豐富度不同，導致食性上差異，或是其他有待研究的原因。台中 3 年的調查所包含的範圍和棲地條件差異極大，台中東部的棲地環境與過去在苗栗和南投地區的環境相似，而台中西部地區所調查到的石虎棲地以及部分東部調查到石虎的樣點為河床

地，由於石虎為機會主義者，對於棲地環境的適應性很強，食性也極為廣泛，因此，在獵物的可及性和選擇上，確實會有地區性的差異，導致合併各種棲地環境的石虎資料分析時，無法獲得明確的結果，有關石虎與潛在獵物的關係會有地區性的差異，這部分需要該地區的石虎食性研究加以釐清。

其他動物部分，鼬獾與家犬的出現頻率為顯著負相關（$p<0.01$），由鼬獾和家犬的樣點相對豐富度分布圖（圖 15 和圖 20），也可看出此趨勢，鼬獾偏好淺山地區較高海拔、潮濕和小樹徑林木密度高、地被植物較密的環境，而家犬則在台中淺山西側、人為活動較高的區有較高出現頻率，兩物種對於棲地的需求不同。台中淺山地區的家貓的出現頻率與家犬呈現正相關（$p<0.05$），由於，家貓與家犬都是外來種食肉動物，出現與人為活動有關，此結果也與南投地區的結果相符（劉建男等 2016）。此外，家貓的出現頻率和小型哺乳動物的出現頻率也呈正相關（$p<0.05$），推測小型哺乳動物可能是台中地區家貓的重要食物來源。

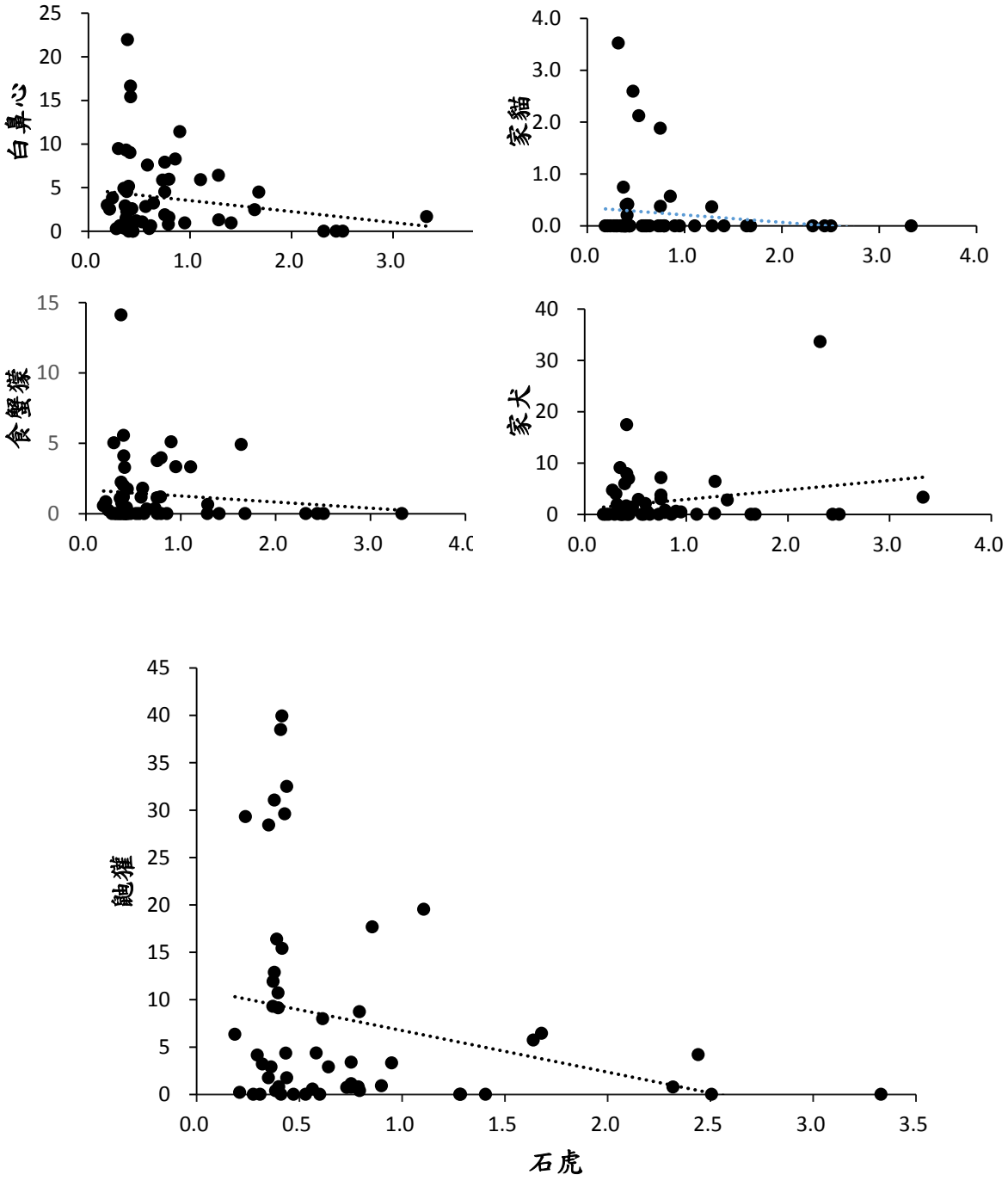


圖 21、2016 年 9 月至 2019 年 10 月，台中市淺山地區石虎與其他共域食肉目動物的出現頻率分散圖（N=55）。

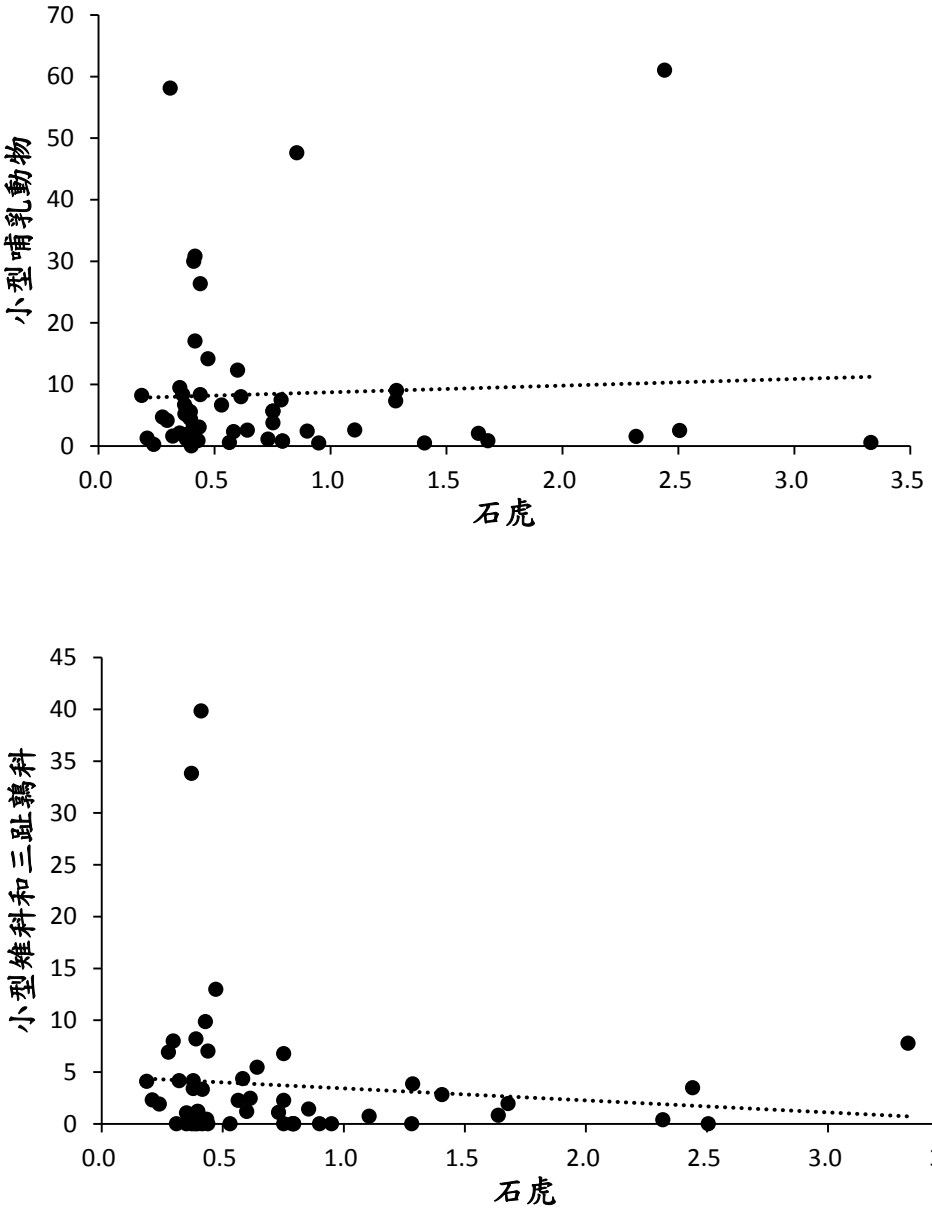


圖 22、2016 年 9 月至 2019 年 10 月，台中市淺山地區石虎與其獵物的出現頻率分散圖（N=55）。

表 5、以 Spearman 分析石虎與其他食肉目動物及石虎獵物物種出現頻度的相關性。

		食肉目動物						獵物物種	
		石虎	鼬獾	白鼻心	食蟹獴	家貓	家犬	小型哺乳動物	小型雉雞科與三趾鶉科鳥類
石虎	相關係數	1.000	-.238	-.065	-.083	-.029	.038	-.127	-.164
	P 值		.081	.640	.547	.835	.784	.357	.232
鼬獾	相關係數		1.000	.191	.232	-.067	-.355	.040	.147
	P 值			.162	.088	.626	.008*	.771	.286
白鼻心	相關係數			1.000	.138	.151	-.204	-.080	-.028
	P 值				.317	.272	.134	.560	.841
食蟹獴	相關係數				1.000	-.157	-.185	-.131	-.084
	P 值					.253	.176	.339	.543
家貓	相關係數					1.000	.339	.293	-.032
	P 值						.011*	.030*	.817
家犬	相關係數						1.000	.147	-.189
	P 值							.285	.166

小型哺乳動物包括鼠科鼠類、赤腹松鼠、台灣野兔和食蟲目；小型雉雞科與三趾鶉科鳥類包括台灣山鷓鴣、台灣竹雞、棕三趾鶉、林三趾鶉和小鶴鶉。

* 相關的顯著水準為 0.05 (雙尾)。

（二） 台中地區石虎廊道分析

1. 適合棲地分布預測：將三年自動相機調查的 57 處石虎出現樣點，套入 MAXENT 進行分析，採用 80% training data vs 20% test (validation) data，進行模式分析與交互驗證，依照比例，總 46 處 Training data 以及 11 處 Test data。參考林良恭等人(2017)的「重要石虎棲地保育評析(2/2)」所使用的環境因子，最後用以預測分析之棲地因子有 41 個（附錄 5）。總計執行 100 次之模擬預測，area under curve(AUC) 平均值為 0.869，標準差為 0.034，顯示模式良好。100 次取得之石虎平均出現機率分布圖如圖 23。再以閥值 0.1371 以上視為石虎適合棲地，轉換成出現有無之適合棲地分布範圍(圖 24)，閥值準則採取『Maximum test sensitivity plus specificity』。

以下根據 MAXENT 分析產出模式的各項因子的貢獻度（附錄 6）和反應曲線（response curve）（附錄 7），討論貢獻度較高的各項因子與石虎出現機率的關係。由於各項因子都有一定的相關性，在棲地因子解釋上需小心判讀，其中，人工建物此項人為環境因子有最大的貢獻度，其次，地形和植被與土地利用因子也有較高貢獻度。

i. 人工建物：人工建物面積是解釋變異最明顯的因子，但呈現可與少量的人工建物共存，但人工建物面積一旦增加，石虎出現機率則迅速降低。此可能主要與人工建物伴隨的棲地面積減少和人為活動包括捕獵、疫病、道路等等都有關係。

ii. 地形：完全無海拔落差的平緩地形，石虎出現機率較低，某種程度的海拔落差和稍有坡度的地形有較高的石虎出現機率，然而落差太大的地形石虎出現的機率逐漸降低，另外，在海拔500公尺之前的環境，石虎的出現機率隨著海拔增加而增加，在海拔高於500公尺左右石虎的出現機率就逐漸降低。不過，無法確定石虎原本就不偏好平緩地

形以及偏好海拔500公尺以下地較高海拔地形，或是由於淺山地區的各項人為活動型態影響，例如平緩地區和低海拔地區有較多農墾和人為活動甚至開發為城鎮，可能使石虎無法利用此類棲地。雖然，稜線密度因子的貢獻度不大，但綜合海拔、坡度和稜線密度等相關的地形因子，顯示石虎主要分布在連綿的低海拔丘陵地，周遭有高聳山脈的低海拔谷地或陡峭區域，分布機率低。

iii. 土地利用：土地利用類型中的草生地和農墾地面積因子有較高的貢獻度，草生地的面積逐漸增加，石虎的出現機率也逐漸增加，但在草生地的面積增加到某種程度後，石虎的出現機率就逐漸減少；而農地面積較小時，石虎的出現機率會隨著農地面積增加而增加，但是稍微程度的農地面積後，隨著農地面積增加石虎出現的機率逐漸降低。雖然森林覆蓋度因子的貢獻度不大，然而，石虎必須有一定的森林覆蓋才能棲息生存，森林覆蓋度增加會增加石虎的出現機率，但是森林覆蓋度到達很高程度後，石虎的出現機率反而降低。同樣地，天然林的面積增加確保石虎出現的機率，然而，連續大面積的天然林相對較少石虎紀錄。以上幾項因子綜合大致符合目前對於石虎棲地的需求的了解，即各種土地利用類型鑲嵌的環境是石虎主要出現環境，相當比例的草生地和各種森林面積會增加石虎的出現機率，然而過高比例反而不利於石虎，而農墾面積因子則反映出淺山丘陵零星面積的農業行為有利於石虎棲息利用。

iv. 道路：在道路部分，隨著道路距離的增加，石虎的出現機率逐漸增加，但是在相當距離後，石虎的出現機率反而隨著道路距離地增加而減少，這可能與較偏遠山區的道路開發與土地利用情形有其相關性，也顯示石虎偏好利用鑲嵌的地景環境，但仍會偏向迴避道路。

2. 石虎棲地廊道分析：由於石虎棲地會受道路、鐵路、高鐵、溪床阻隔與切割，加上各種開發造成之棲地破碎化，石虎族群實際上可能被分割為數個較小族群，而各項阻隔因子的阻隔強度不同，也或有鐵公路之涵洞通道可及性，保有不同程度但卻有限的交流。依據圖 23 預測機率，擷取>0.3 以上者為中高適合度，計算各個獨立隔離區塊面積，選取面積 1km^2 以上區塊，另外，增加選取數處中繼區塊，定義為核心族群棲地（墨綠色）(圖 25)，經由 Linkage Mapper 分析之後的結果如圖 26，廊道由紅到黃到藍，表示廊道的阻力，越紅表示阻力越小的廊道。

由圖 26 可以看出台中淺山地區的石虎潛在廊道大致包括 1.外埔－后里區－東勢區的東勢林場間的沿大安溪的河床和山區；2.清水、神岡一直到新社的大甲溪沿岸；3.大安溪和大甲溪之間在后里區與東勢區交界山區；4.東勢林場沿東勢區與和平區交界的稜線往南向西南方向過大甲溪到新社區中部再到太平區、再往南到霧峰區；5.東勢林場沿東勢區與和平區交界的稜線往南到和平區南勢里再過大甲溪到新社區南部，再往西南方向過九九峰自然保留區北側到太平區。其中，大安溪和大甲溪之間的后里區與東勢區交界山區、東勢區與和平區交界的稜線最北段和太平區到霧峰區的廊道距離較短、阻力較小。此結果與之前僅以台中東部的調查（陳美汀和姜博仁 2018）所得的結果大致類似，但是，新增了后里區到新社區的大甲溪沿岸的潛在廊道，由於后里區到新社區的大甲溪沿岸多處為高度開發的人口密集區和農業區，且有石岡水壩的壩體阻隔，此段潛在廊道的可能性有待更進一步地確認。另外，比較「重要石虎棲地保育評析(2/2)」分析所得的全台的石虎族群潛在廊道圖，后里區往南到豐原區、北屯區再到太平區的潛在廊道已不復出現，主要由此段沿線為高度開發的人口密集區和農業區，尤其期間有高密

度的道路且交通流量大，不利於石虎利用活動，相較之下，往東勢和和平交界往南到新社的潛在廊道阻力更小。

由圖 24 可看出太平區和霧峰區是目前台中市轄區內有較大適合面積石虎族群的棲地，其次為后里和東勢交界山區以及東勢區的大安溪沿岸和與和平區交界的北段區域，相較之下，東勢區西側區域棲地則較為破碎；反觀，台中西部地區除了大安溪和大甲溪沿岸有適合石虎的棲地外，其餘地區幾乎沒有石虎的適合棲地，也顯示台灣目前石虎族群較為穩定的苗栗和南投族群間的交流僅能靠台中市東部淺山的帶狀且破碎的石虎棲地維繫。圖 26 顯示東勢區南部與新社區南部到太平區北部則分布許多條石虎潛在廊道，且廊道的藍色部分較多，顯示廊道阻力較大。換言之，對於石虎族群而言，東勢區南部與新社區南部到太平區北部的棲地經營管理得當，有助於增加其適合棲地的面積和廊道的連結度。另外，石虎適合棲地分布大多在國有林班地外或緊鄰國有林班地，尤其，和平區內的大面積國有林班地包含石虎適合棲地的面積很小，而太平區和南投縣交界的九九峰自然保留區北部適合石虎的棲地也較為零星，而太平區內較大面積且連續的適合石虎的棲地則是緊臨九九峰自然保留區外圍山區，並非在保留區內，唯有霧峰區內的九九峰自然保留區及其邊緣地帶仍為石虎適合棲地。以上兩個區域的國有林班地大多地勢陡峭，尤其和平區往東海拔較高也非石虎偏好的棲地。不過，東勢林區管理處的工作人員於今年曾在雪山坑溪野生動物棲息環境內所架設的相機（台中市和平區與苗栗縣泰安鄉交界，海拔 1675 公尺）記錄到石虎，顯示超過 1000 公尺的山區雖然不是石虎偏好或較適合的棲地，仍可提供石虎往外擴散。

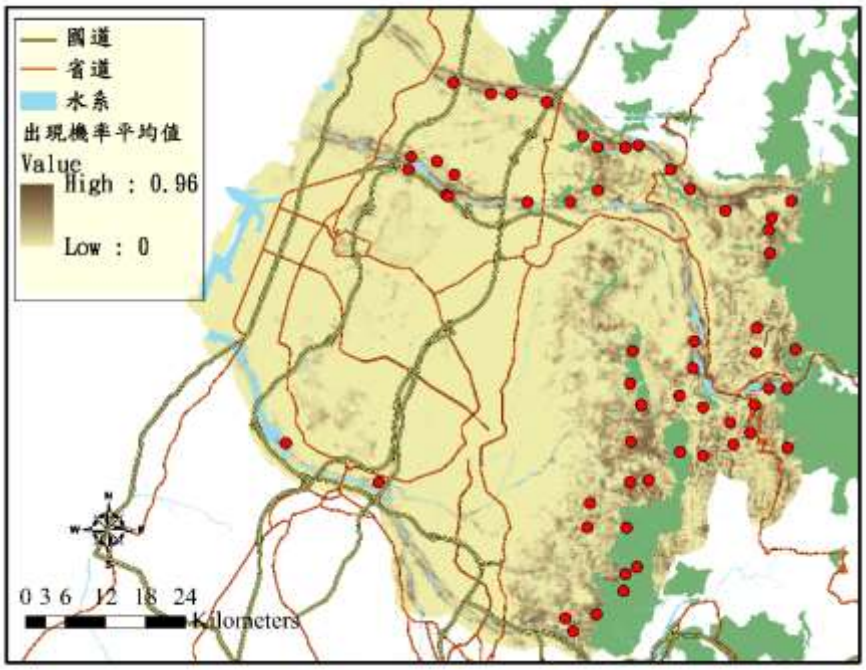


圖 23、執行 100 次 MAXENT，石虎出現機率平均值。

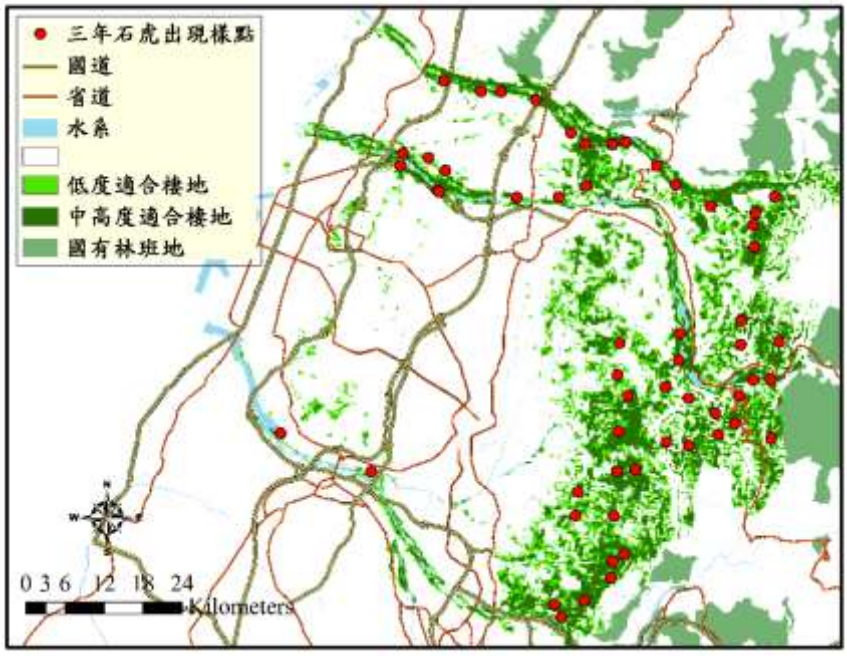


圖 24、石虎適合棲地分佈範圍，依照 Maximum test sensitivity plus specificity 準則。

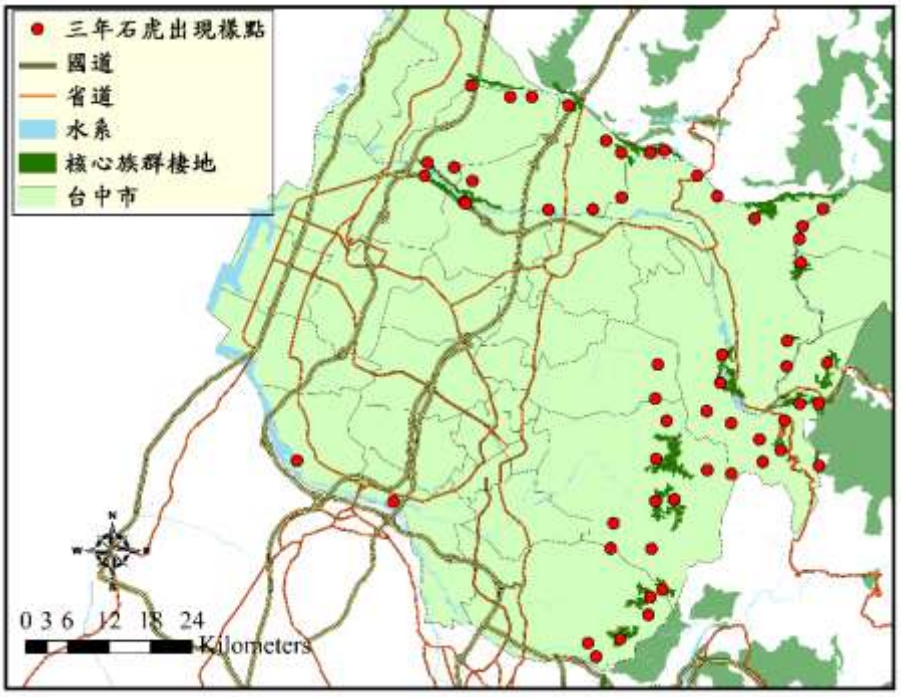


圖 25、石虎核心族群棲地（墨綠色），石虎適合棲地面積大於 1km^2 以及面積小於 1km^2 的重要中繼站。

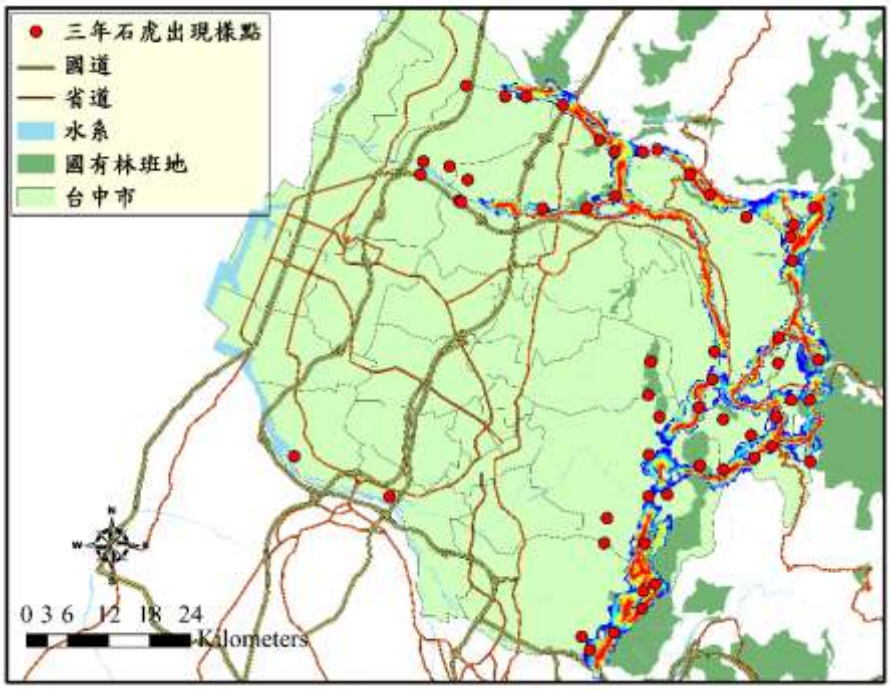


圖 26、石虎核心族群棲地廊道分析，廊道由紅到黃到藍，表示廊道的阻力，越紅表示阻力越小的廊道。

（三） 石虎重要棲地或廊道的潛在切割區位研析

1. 棲地破碎化與道路生態影響課題及相關案例整理

(1) 棲地切割破碎化

林大利（2016）指出包括道路、鐵路、石油管線、水管、纜車、電塔與電纜、風力發電機組，甚至海岸沿線的消波塊等這些在地圖上以線來表示的元素，通稱為線狀基礎建設。線狀構造物對生物多樣性的影響分成生物效應、非生物效應、路網效應 3 類，其中路網效應是指線狀構造物縱橫交錯形成的網狀系統對生物多樣性的影響，也就是棲地破碎化。棲地破碎化不僅使棲地面積大幅減少，也製造了許多面積小且彼此距離甚遠的棲地碎塊，使單一大面積棲地的特性完全喪失，大大強化了棲地面積流失及邊緣效應的負面影響。小面積棲地所能容納的族群及物種數都相當有限，更隔離了各棲地之間族群與基因的交流。這些小面積的獨立碎塊對於偏好在大面積棲地生存的物種造成很大的威脅，使其就地滅絕的風險提高。最近幾十年來，棲地破碎化的負面效應已經成為生物多樣性流失的主要元凶（林大利，2016）。

針對線狀基礎建設對生態環境造成的棲地破碎化等影響，國內外最關注也有最多研究與案例的是針對道路的部份，Coffin(2007)整合了自 1970 年後眾多道路生態層面的研究結果，對交通運輸系統的環境影響進行分析。在生物層面的影響包含動物個體死亡與移動障礙。道路阻礙動物移動的效應（棲地切割）雖然不如道路致死明顯易見，但包含哺乳類、森林下層鳥類、昆蟲和兩棲爬行類等動物都會因道路阻隔族群的交流，而導致使區域性族群滅絕。當道路形成網狀結構時，其所帶來的直接或間接生態影響會因其累積效應作用更為擴大。例如土地類型轉變為道路時造成的棲地損失、衍生的土地類型改變、因破碎化而降低的棲地品質和棲地間連結度，會因路網結構的組織特性而使其作用、影響的尺度增大。路網密度提

高的影響包含因地景改變與破碎化而使動物族群密度隨著道路密度提高而降低、道路周圍的影響區域(road-effect zone)影響了森林內部鳥類、兩棲類、哺乳類與整體物種豐富度，以及當棲地過度破碎化時，道路造成阻隔的影響甚至使讓物種瀕臨滅絕。這些影響包含短期和長期的，而因道路而造成的物種消失和族群密度下降等影響可能會持續數十年(Findlay & Bourdages 2000，Burton et al. 2002)。

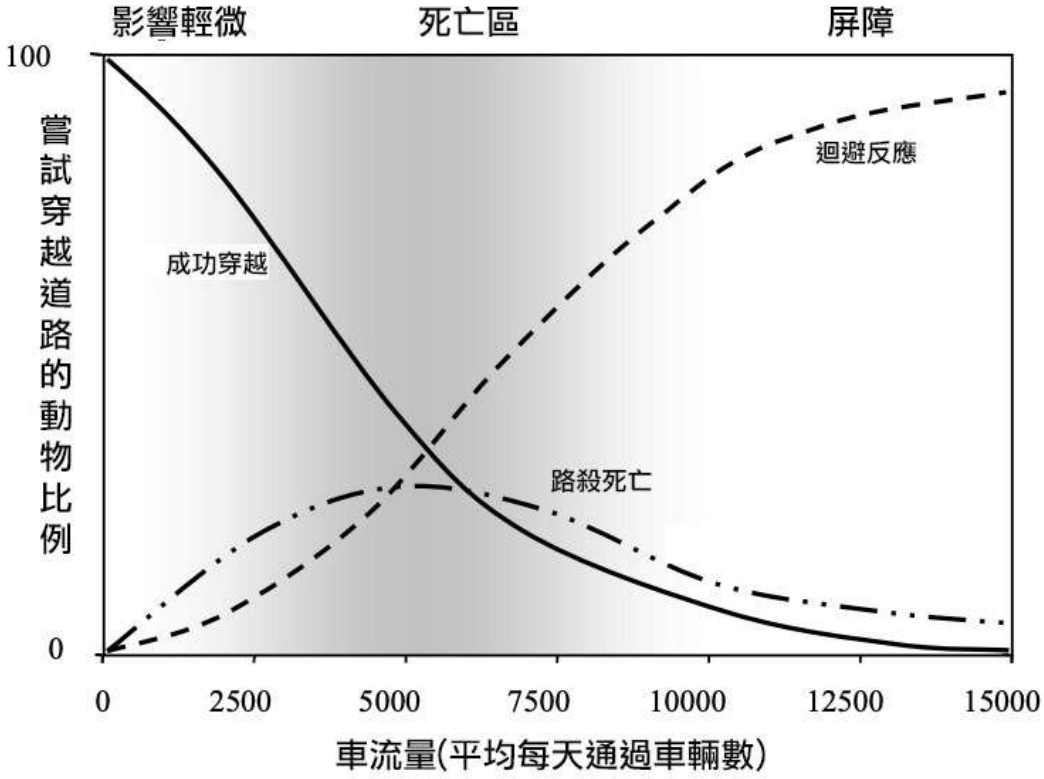
Cuperus *et al*. (1999)指出解決道路對自然生態和景觀可能造成的影響的方向有三，包括避免產生負面影響(Avoidence)，如停止開發計畫、發展替代方案、限制開發強度和規模等； 減輕負面影響(Mitigation)，如採取對道路兩旁的生態進行經營管理、發展各種不同的動物通道、地下道、溝渠等各類措施；對造成的影響做補償(Compensation)，如在道路影響範圍外另尋地點進行棲地復育或營造工作，以達到被道路影響的棲地原有的生態功能和特質。

(2) 道路對廊道可能產生的切割和屏障效應

野生動物移動廊道被道路切割後可能會使動物無法通過或通過時發生路殺而形成屏障阻斷廊道，動物無法通過的原因又可能包括道路造成的環境變化或人為活動產生的噪音和視覺等干擾使動物不敢靠近道路或甚至放棄鄰近道路的棲地（迴避），以及道路結構直接阻擋動物通行（障礙）兩類，因此在評估廊道切割影響和提出減輕減緩對策時，需要分別釐清動物迴避道路、動物無法通過道路障礙和動物穿越道路時發生路殺這三者的影響程度。

許多研究嘗試了解哪些因子會影響動物迴避道路和發生路殺的風險，常被討論的因子包含路網密度、車流量和車速等，Seiler & Helidin(2006)回顧相關文獻指出綜合其他如動物族群動態、行為等因子會造成路殺風險與車流量不成線性關係，並提出了一個基本的模型(圖 27)，亦即隨著車流量增加，各類干擾會增加因此動物的迴避反應也會增加，而因為迴避的比例增加，因此本來隨車流量增加

的路殺比例到一定程度後又會下降，整體成功穿越道路的動物比例則是隨車流量的增加而減少至趨近於零，也就是整體屏障效應隨車流量增加。



(修改自 Seiler & Helldin, 2006)

圖 27、車流量與動物穿越、迴避道路或發生路殺比例的模型。

Jacobson 等人(2016)更進一步從動物行為角度探討屏障效應，認為可將快速接近的車輛視為捕食者來分析動物穿越道路時的反應，不同物種的反捕食者行為模式(antipredator adaptation)會決定其通過道路時的行為和結果，Jacobson 等人將動物初步歸納為 4 類，但這 4 類並非固定不變，同物種可能因個體差異、年齡性別和經驗不同、繁殖或覓食需求等因素而有不同的反捕食者行為，此外有些物種的反應可能會介於兩類之間。以下簡單說明四類物種穿越道路遭遇車輛接近時的可能反應、行為和可能包含物種，圖 28 則是這

四類物種隨車流量增加的路殺死亡率和迴避率變化，以及整體屏障效應變化。

a. 無反應者(Nonresponders)

對接近車輛無反應，可能不認為車輛是威脅，或是無法即時偵測和回應接近的車輛，部分蛙、蛇、龜、蝴蝶和某些鴟鴞科鳥類屬於此類。

b. 暫停者(Pausers)

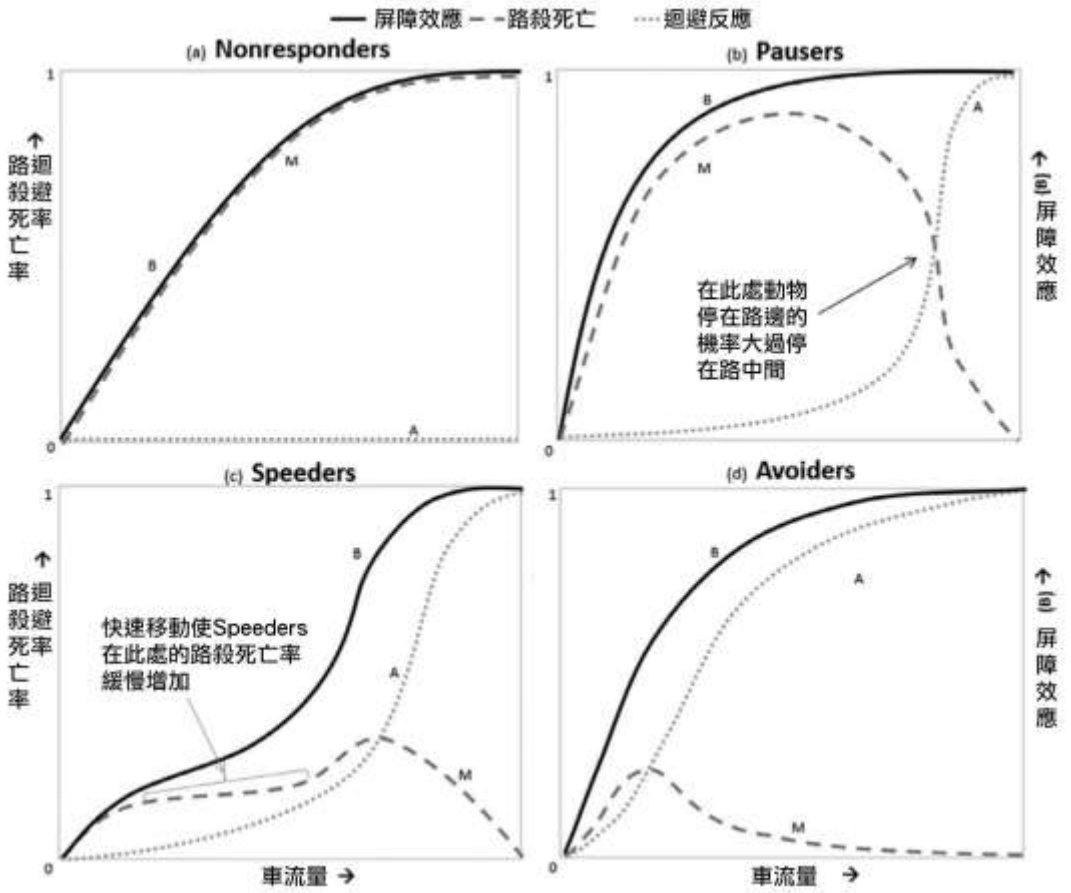
車輛接近會暫停以進行偽裝、觀察或防禦，如臭鼬、豪豬、犰狳等。

c. 加速前進者(Speeders)

會加速逃離捕食者，包含幾種偶蹄目、速度快的蛇、紅袋鼠和幾種蜻蜓。

d. 迴避者(Avoiders)

即使車流量很少，還是會避免穿越道路或放棄道路周邊棲地，或另尋其他路徑通過，如熊、美洲獅、蝙蝠和部分雀形目鳥類。



(修改自 Jacobson et al., 2016)

圖 28、不同反捕食者行為模式的四類動物的車流量與屏障效應關係。

(3) 國內道路影響與改善案例

台灣最早的道路生態學相關研究是陽明山國家公園啟動的路殺調查與減輕改善計畫（黃光瀛，2001），之後即開始有許多公部門、學術單位和民間團體投入道路生態相關課題的調查與改善，但主要均是針對野生動物路殺方面的影響。過去 20 年間較重要的案例包含綠島的陸蟹路殺課題與改善（台東縣政府，2007）、高速公路路殺課題調查改善（黃于玻，2007；許永暉，2010；高速公路局永續環境復育系列計畫，2009 迄今）、國有林班地野生動物路殺課題（蘇維翎，2014）、金門歐亞水獺路殺課題（林良恭，2017）、高美濕地陸蟹路殺課題（蔡鵑如等，2017）等，此外特有生物研究保育中心在 2011 年創立了臉書路殺社（台灣野生動物路死觀察網）

啟動了以公民科學方式大尺度的進行台灣路殺和其他道路生態議題的資料蒐集研究工作；公路總局等中央和地方的道路主管機關則是陸續開展了全島路殺熱點的研究和改善作為。除了路殺課題的調查、減輕與改善外，高速公路局有針對國道 3 號苗栗通霄淺山路段進行兩側棲地連結課題的研究和改善工作，苗栗縣亦完成了大尺度路殺風險評估研究（姜博仁，2019）。

根據特有生物研究保育中心的統計，從 2012 年至 2019 年 10 月，全台各地道路已經累積有 93 筆石虎路殺紀錄，以苗栗縣 69 筆最多，其次為南投縣的 16 筆，台中市有 6 筆，彰化縣有 2 筆，依道路等級區分，國道有 12 筆，省道有 33 筆，鄉線道有 40 筆，餘為其他道路或無法確認。在石虎路殺課題方面，高速公路局、公路總局和苗栗縣政府均有嘗試針對轄管道路的路殺熱點進行改善，其中苗栗縣政府於 2018 年開始陸續在苗 29 鄉道進行防護網、友善木梯、單向水閘門改造和大型警示牌等減緩措施，亦積極規劃縣道 140 路殺熱區的改善作為（姜博仁，2019），南投縣政府和台中市政府亦有進行包括設置告示牌等改善作為。公路總局現正委託特有生物研究保育中心進行苗栗、南投和台中的石虎課題研究改善工作，包含路殺熱點的防護和動物通道設施，以及智慧道路系統的研發和試驗。

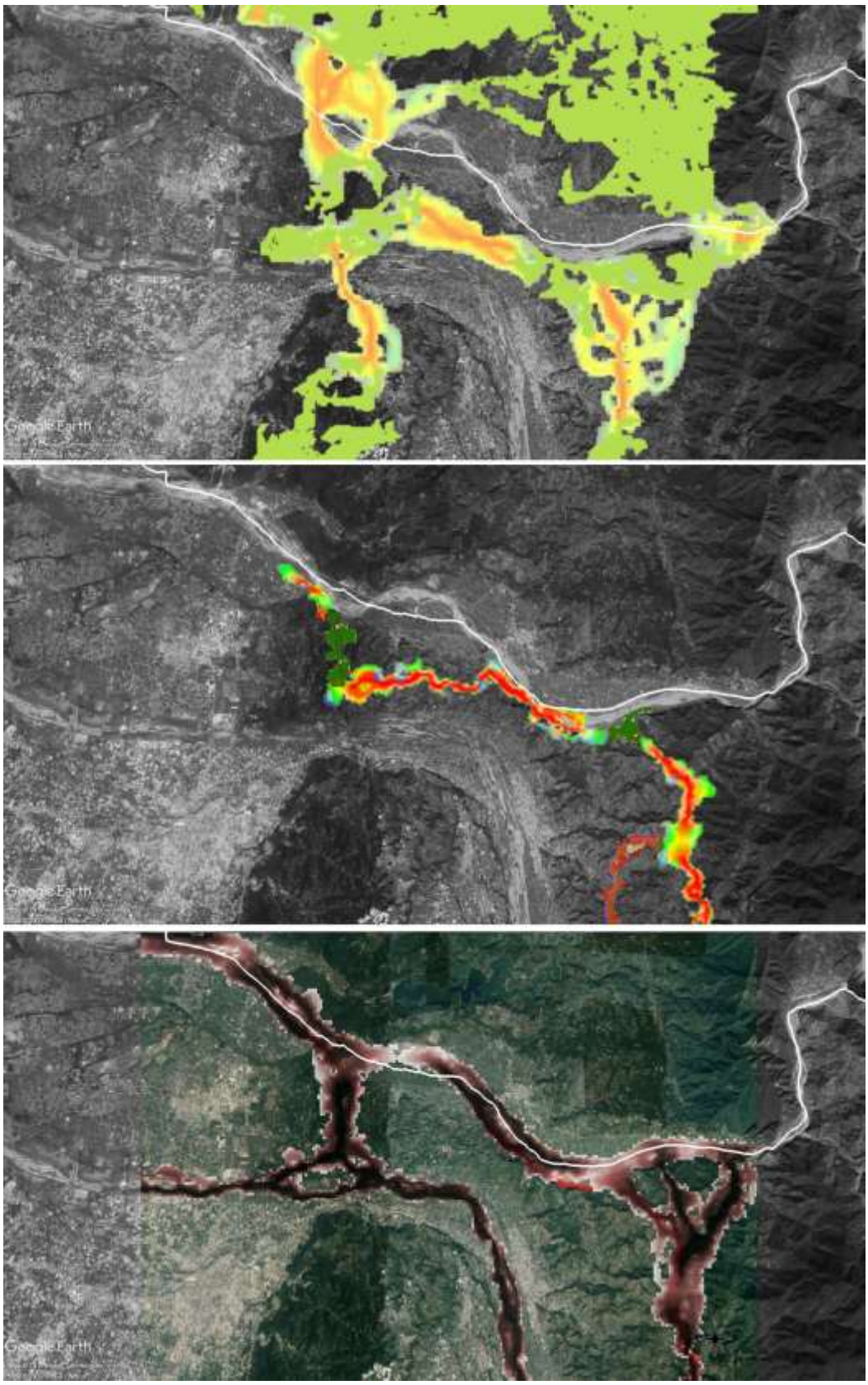
2. 石虎廊道相關圖層套疊

本計畫使用圖層包含台中市政府水利局提供的市管區排和雨水下水道圖資，以及規劃發展科提供的道路圖資，另外尚包括 NGIS 國土資訊網、內政部國土測繪中心和地理資訊圖資雲服務平台提供下載的各級道路、河川主流及支流等空間圖資，土地利用圖層則是 2012 年發布的全國第二次土地利用調查資料向量圖層。

(1) 石虎重要族群棲地廊道

林良恭、姜博仁和王豫煌(2017)的研究、台中市第一、二年石虎計畫(前期計畫)及本計畫均以MAXENT分析產出石虎適合棲地，定義核心棲地後，再以 Linkage Mapper 分析產出相鄰核心棲地間最小阻力的廊道，由於不同研究使用的資料不同，因此廊道預測結果亦有差異(圖 29)。本計畫因為新增的大安溪和大甲溪溪流環境樣點和結果，確認溪流對石虎的重要性，也因此廊道預測結果與前期計畫在溪流的部份有明顯的差異，由於本計畫廊道預測結果為所有調查完成後分析產出，因此切割區位的研析工作主要是針對前期計畫預測的廊道進行，但本項工作主要研究範圍為后里區和緊鄰的東勢區，兩期計畫的廊道預測結果在此區域大致重疊，主要差異是本計畫預測的廊道增加了大甲溪和大安溪兩條溪流，由於大型溪流較無固定的棲地切割課題，因此本工作項目針對前期計畫預測廊道進行評析的結果應仍適用於新的廊道預測結果。

苗栗縣境內緊鄰大安溪的台線、苗 52 和 140 縣道等道路有多筆石虎路殺紀錄，均屬高風險路殺路段（姜博仁，2019），大安溪以南的后里區和東勢區交界處是前期計畫分析的石虎核心棲地，也是串連各核心棲地以及連結台中苗栗族群的重要廊道，因此本計畫針對此區域優先進行棲地和廊道的潛在切割研析。



上圖出處：林等，2017；中圖出處：陳和姜，2018；下圖為本計畫成果

圖 29、本計畫與相關研究產出之石虎重要族群棲地廊道位置比較。

(2) 土地利用和交通水利等線狀基礎建設分布

圖 30 顯示研究範圍后里區和東勢區交界處的土地利用形式，本區有 3 處面積較大的保安林和國有林，此外兩區交界處和東勢區的部份主要為海拔 500 公尺以下的山區，土地利用形式以森林和果樹類型的農作為主，大安溪畔較平坦區域土地利用形式主要為各類農業用地和建築用地等。從土地利用形式來看，研究區域的山區部分似乎有面積較完整的森林，鑲嵌果樹、草地、荒地和少部分的建物，溪畔平原則較為破碎化，以農業用地和建築用地為主。但從圖 30 中圖可看出研究區域的山區森林內有許多道路和溪流水圳分布，溪畔農地則被複雜的路網和水圳分割，若將產業道路和農路納入，則研究範圍包括山區森林全區均有複雜的路網（圖 30 下圖）。

由於不同等級、形式和附屬結構物的交通和水利基礎設施可能有不同的課題和切割影響程度，因此本計畫以現地勘查方式進一步探討研究區域山區森林和溪畔農地的潛在切割影響程度。

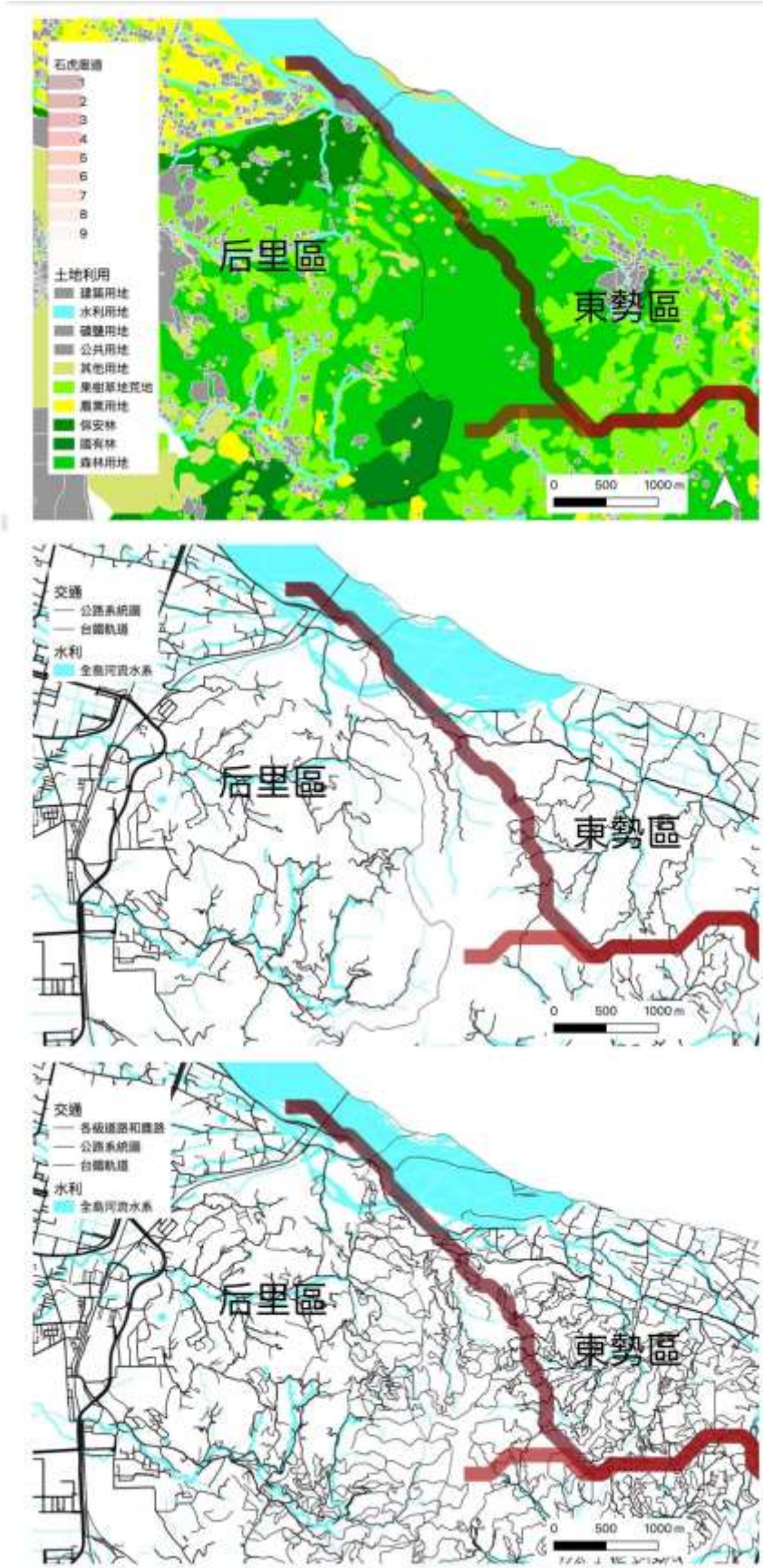


圖 30、研究區域土地利用形式與交通水利基礎建設分布。

3. 研究範圍道路課題評估方法與結果

林務局「台灣中西部淺山廊道生態保育策略與架構的實踐」(2017)選擇中西部淺山的苗栗通霄和台中豐原進行關注物種和敏感棲地的評估，苗栗通霄敏感和次敏感的棲地包含面積不大的草生地和約佔通霄全區面積 45.2%的相思樹混淆林和闊葉樹造林地，雖曾經過擾動，但均已自然演替穩定，相較之下豐原淺山地形地勢複雜，人為擾動仍頻繁，全區面積約 99.4%受過劇烈之環境擾動，僅 0.6%為穩定少擾動之林地，主要是位於地勢陡峻處面積狹小破碎的林地，其他森林佔全區 37%，均為反覆擾動林。本計畫進行后里和東勢交界處研究範圍的棲地勘查亦顯示相似的棲地和人為干擾情形，研究範圍地形地勢亦複雜，加上耕作、開發和各類人為利用(含人工構造物)的干擾，初步判斷研究範圍的棲地和廊道破碎化情形複雜且嚴重，並非進行單一區位或課題的減輕改善即可達到良好成效，因此本計畫由研究範圍中的道路篩選出 9 個路段進行詳細的勘查(總長度約 25.6 公里)，嘗試檢視或評估各路段可能造成動物迴避(如車流量)、使動物無法通過道路障礙(如道路形式和附屬結構設施阻擋)、動物路殺的類型和程度，以綜合評估研究範圍的石虎重要棲地或廊道的屏障切割類型和嚴重性，並提出可能的減輕減緩作為。勘查路段的選擇考量以下幾點：涵蓋研究範圍不同等級的道路、涵蓋不同棲地類型和區位、與石虎廊道交會或緊鄰，選擇結果見表 6 和圖 31，選擇的 9 個路段依照道路系統和路寬以大、中、小和編號作為代號，包含台 3 線省道 1 段(大 1)和中 40 鄉道兩段(中 1、中 2)，其他則多為產業道路或農路。由於無車流量資料可取得，車流量為依道路現況寬度、品質和勘查時遭遇車輛數(非假日、非上下班時段)初步分為 4 級，其中車流量「多」的大 1 隨時都有車輛往來且車速快，車流量「中」的中 1 和中 2 每幾分鐘即有車輛經過，車流量「少」的路段為於勘查時有遭遇個位數車輛，車流量「稀」的勘查時未遭遇車輛，且部分路段路況極差(落石、崩塌、非硬鋪面、路寬狹窄等)不易通行。

表6、研究範圍屏障切割勘查路段選擇結果。

路段代號	道路系統	道路名稱	長度 (m)	濱水長度 (m)	水系	車流量	交會廊道	緊鄰廊道
大 1	省道	台 3/東蘭路/內山公路	3600	2350	石壁坑圳/新田圳	多	V	
中 1	鄉道	中 40/圳寮路/永盛巷	2500	820	旱溝、仙水坑溪	中	V	
中 2	鄉道/其他	中 40/圳頭產業道路/永盛巷	3680	3680	大安溪	中	V	V
中 3	其他	-	3460	2430	石壁坑圳/鼎底窩溪	少	V	
中 4	其他	-	2110	2110	大安溪	少	V	V
小 1	其他	-	1360	810	旱溝	少		
小 2	其他	-	1560	1560	大安溪	少		V
小 3	其他	-	3200	1300	番埤圳	稀	V	
小 4	其他	石排巷	4160	550	新田圳	少	V	V

註：其他道路系統包含產業道路、農路等，部分道路查無路名；濱水長度為估算該路段中鄰近溪流溝圳的路段長度；車流量以現地路寬、路況和勘查時遭遇車輛數簡單分級。

圖 31、研究範圍屏障切割勘查路段位置。

現勘時以道路等級、路況(寬度、鋪面等)、車流量、線形等資訊來判斷動物迴避反應和可能的路殺風險，另外針對可能造成動物無法通過的障礙則分路旁垂直水圳溝渠、連續擋土牆、連續路緣石或護欄、路基落差、路旁各類圍網等主要障礙類型分別記錄，此外遇有集中的建物區(聚落)、狗群、施用除草劑等可能影響動物移動的因子亦一併記錄，而路段上若有中型以上箱管涵、橫向排水、集水井等構造物也會拍照記錄，以討論是否對生態不友善或有潛力作為動物通道。最後針對各路段前述各類人工構造物或人為干擾產生的切割屏障程度綜合評分(設定目標物種為石虎)，0 分表完全無切割屏障，10 分表該路段切割嚴重幾乎無法穿越。表 7 為各路段屏障切割勘查結果，以下分別說明各路段切割課題。

表7、各路段屏障切割勘查結果。

路段代號	垂直水圳溝渠寬度深度(m)				連續擋土牆高度(m)			連續路緣石高度(m)	連續護欄高度(m)	路基落差(m)	圍網高度(m)	聚落	狗	除草劑	箱管涵	集水井	路殺風險	迴避壓力	切割程度
	>10	3-10	1-3	<1	>3	1-3	<1	<0.6	>0.6	>1	>1.5								
大 1		V	V	V	V	V			V	V					幾處		高	大	9
中 1	V	V			V	V	V	V	V	V	V*				1	2	低	小	9
中 2	V				V	V		V	V		V	V					中	中	8
中 3		V			V	V	V		V	V	V*	V					低	小	7
中 4																	低	小	1
小 1		V	V	V	V			V	V	V	V		V		1		低	小	5
小 2			V	V							V	V	V	V			低	小	2
小 3	V	V				V				V				V			低	小	3
小 4			V	V		V			V		V*			V			低	小	7

註：欄位 V 表該路段有對應類型形式的構造物切割課題；圍網高度 V*表具複合式圍網；切割程度評分是以石虎為目標物種，評估該路段整體人工構造物的切割程度，0 為無切割，10 為切割最嚴重幾乎無法穿越。

(1) 大 1

大 1 為台 3 線位於大安溪和大甲溪之間的路段，全段為四線道，路況好彎道少，因此通常車流量大且車速快。道路兩側有零星建物，棲地主要為農地和破碎竹林森林。北邊東西向路段位於丘陵地和溪畔農地間，因此部分道路北側為落差大的邊坡(圖 32G)，此外沿線地勢起伏，農路和水路複雜，因此道路兩側多為中大型擋土牆(圖 32AB)和連續紐澤西護欄(圖 32C)交錯，另有部分建物和圍網切割。

本路段車流量大且車速快，因此動物迴避壓力大，可能會利用夜間至清晨少人為活動的時段穿越道路，但本路段各類結構物切割屏障嚴重(評估人工構造物對石虎的切割程度為 9 分)，動物可避開

擋土牆進入道路的位置通常為農路匯入台 3 線處，且通常對向路肩會有連續紐澤西護欄阻擋，增加動物滯留路面時間，加上四線道不易快速通過，經過車速快，因此路殺風險高。

本路段與多處水圳溝渠交會，水路通過道路下方的箱管涵有潛力改善作為動物通道(如採複式斷面設計)，但由於切割複雜且兩側多為私有地，因此不易評估石虎可能路徑並加以引導通過。本路段與石虎廊道有 1 處交會，交會處道路兩側亦有擋土牆和護欄切割，由於切割嚴重且路殺風險高，因此石虎不易通過本路段。

圖 32、大 1 路段現勘照片。

(2) 中 1

本路段主要為東西向，東側末端往北接上中 2，道路狀況良好，西半段緊鄰旱溝，為兩側垂直混凝土壁面的大排水溝，東半段緊鄰仙水坑溪，似自然溪溝。本路段沿線有零星建物和不少農地，也因此沿線多連續擋土牆，包括超過 3 公尺高的大型擋土牆(圖 33A)，不少彎道路段下邊坡側有設置連續紐澤西護欄(圖 33B)，此外沿線路旁多圍網(圖 33E)，包含許多複合式圍網設置於紐澤西護欄上，甚至另外用鐵皮將護欄中央空隙封死(圖 33CD)，可能是要避免下雨時路面逕流排出。

本路段為鄉道，路況尚可且有零星住家和農地，因此車流量相對中等，由於大部分仍為山區道路，車速仍會受限，判斷路殺風險不高，動物迴避壓力亦不高，但本路段結構物切割屏障嚴重，主要沿線兩側幾乎全有大型擋土牆、連續紐澤西護欄、各式圍網和垂直壁面水圳切割，至東側末端切割才減少。評估人工構造物對石虎的切割程度為 9 分。

本路段沿線擋土牆有 2 處集水井構造(圖 33G)，另有一處溪溝以管涵方式通過道路下方(圖 33H)，但這 3 處判斷對改善整體切割情形幫助不大。本路段有 2 處已設置注意石虎告示牌(圖 33F)，另外本路段於東側末端與中 2 交會處與石虎廊道交會，此處有近自然溪溝通過，上方為后卓橋，橋下溪床可能是動物重要通道，可設置自動相機進行監測確認。后卓橋前後中 1 和中 2 路段交會處為較敏感區域，詳見中 2 說明。

圖 33、中 1 路段現勘照片。

(3) 中 2

本路段位於森林與農地邊緣，東西向，北側為農地和大安溪，下邊坡大部分有大落差切割，東側有較多建物(圖 34B)，西側與次生林間有水量充沛的后里圳切割(圖 34A)，路段中段南側常有中大型擋土牆(圖 34CD)，兩段大型擋土牆間的道路可能是少數的通道(圖 34E)，北側與下邊坡間常有連續紐澤西護欄(圖 34F)。

本路段東半段為重要的鄉道，車流量較中 1 多，相對動物迴避壓力較大，路殺風險亦較大。由於路段北側大多為連續擋土牆和落差較大的下邊坡，因此動物不易從北側進入道路，但南側需注意動物沿兩處擋土牆間道路進入本路段，加上本路段沿線兩側多大型擋土牆和連續紐澤西護欄，切割屏障嚴重，誤入道路的動物可能因而受困無法快速離開而更增加路殺風險。本路段另有兩處可能有較高的路殺風險需要特別關注(圖 35)，一處為中 1 匯入的后卓橋前後路段，此區是多條道路與石虎廊道交會處，且道路在后卓橋前後均有切過稜線，因此可能是動物容易集中的區域，而因此路段有大型擋土牆和連續紐澤西護欄阻擋，進入道路的動物一樣可能因無法脫離而被路殺，應評估如何提供友善設計讓動物可快速通過道路，或是導引動物不經路面而由后卓橋下方通道穿越的可行性。另一處為路段西側距大安溪最近處，此區道路切過稜線(台灣二度分帶座標 225731 2690609 與 225731 2690609 之間)，可能是動物來往於大安溪和南側淺山區域的通道，其中有一處下方有箱涵(225731 2690609)可以進行自動相機監測或減輕措施。評估本路段人工構造物對石虎的切割程度為 8 分。

圖 34、中 2 路段現勘照片。

圖 35、中 2 路段路殺具潛在路殺風險位置。

(4) 中 3

本路段北側為大安溪畔農地，中段穿越淺山丘陵後連接至大甲溪北岸農地，沿線經過環境以果園農地為主，有零星建物，南北兩側道路均緊鄰垂直壁面的溪溝(圖 36EF)，沿線有連續的各式圍網(圖 36BCD)和大型擋土牆(圖 36AB)，僅中段稍少。

本路段雖連接大安溪與大甲溪，但道路蜿蜒路況不佳，因此車流量少車速不快，動物迴避壓力和路殺風險不高，但沿線有較嚴重的圍網、擋土牆和垂直壁面溪溝切割，評估人工構造物對石虎的切割程度為 7 分。

本路段中段與石虎廊道交會，交會處有大型建物、擋土牆和溪溝切割，周邊亦多農地圍網，石虎不易由此處穿越。

圖 36、中 3 路段現勘照片。

(5) 中 4

本路段緊鄰大安溪與石虎廊道，沿線兩側多為平坦草生地和農地，除道路本身外少其他人工構造物切割，車流量少，因此迴避壓力、路殺風險和切割屏障影響均低，評估人工構造物對石虎的切割程度為 1 分。路段東南側終點與石虎廊道交會，無明顯的人工切割影響（圖 37）。

圖 37、中 4 路段現勘照片。

(6) 小 1

本路段由北往南爬升，路幅窄車流量少，道路兩側地形陡峭，沿線的切割包括路段起點東側緊鄰約 3 公尺深的溪溝有垂直混凝土壁面(圖 38A)，動物不易穿越，溪溝沿道路約 200 公尺後穿過路面下方管涵至西側後較平緩，但之後路基落差大，無攀爬能力動物無法穿越(圖 38B)。路段中後半有 L 型溝可能形成小動物障礙(圖 38C)，末端則有超過 3 公尺的連續擋土牆(圖 38D)，另外有使用除草劑和私有土地圍網等課題(圖 38EF)。

本路段車流量少、路幅窄彎且爬坡會限制行車速度，因此路殺風險低，動物迴避壓力低，主要障礙為溪溝垂直壁面和陡峭地形，其他擋土牆和圍網課題相對較輕微。評估人工構造物對石虎的切割程度為 5 分。

本路段前段溪溝以管涵形式穿越道路下方(圖 38G)(WG84 台灣二度分帶座標 225191 2690832)，此處有改善作為動物通道提供動物穿越道路兩側的潛力，目前管涵東側出口與溪底落差較大動物無法利用(圖 38H)。

本路段無交會或緊鄰石虎廊道。

圖 38、小 1 路段現勘照片。

(7) 小 2

本路段為沿大安溪堤岸旁東西向道路(圖 39B)，東側穿越農地(圖 39A)，沿線道路構造物部分僅有中小型溝渠切割，但東側經過農地區有圍網、溫網室、建物、除草劑(圖 39CD)和狗等切割或干擾課題。

本路段經過農地，道路至堤岸末端即中斷，因此車流量少，迴避壓力和路殺風險均低，切割障礙亦少，評估人工構造物對石虎的切割程度為 2 分。

本路段無交會石虎廊道。

圖 39、小 2 路段現勘照片。

(8) 小 3

本路段包含南北向和東西向農路，沿線經過較多地勢陡峭區域，亦多果園，起點和終點均鄰近番埤圳，為垂直混凝土壁面的水圳(圖 40AC)。由於地勢陡峭，因此部分區域有連續中大型擋土牆(圖 40B)或落差較大的下邊坡。

本路段部分區域路況極差(落石、崩塌、非硬鋪面、路寬狹窄等)不易通行，因此車流量稀少，動物迴避壓力和路殺風險均低。切割屏障部分主要為鄰水圳部分會受垂直混凝土壁面阻擋，另外有少數區域的擋土牆和路基落差。本路段亦有除草劑課題。評估人工構造物對石虎的切割程度為 3 分。

本路段中段與石虎廊道交會，但並無特殊需關注的切割課題。

圖 40、小 3 路段現勘照片。

(9) 小 4

本路段為東西向平行石虎廊道的農路，東側部分路段沿新田圳有垂直壁面切割(圖 41AB)，沿線的農地多各式圍網(圖 41DE)、擋土牆(圖 41C)和連續紐澤西護欄，亦有除草劑課題(圖 41F)。

由於本路段為蜿蜒農路，因此迴避壓力和路殺風險均不高，主要仍是圍網、排水垂直壁面和擋土牆造成的切割屏障影響。評估人工構造物對石虎的切割程度為 7 分，以東西兩側切割較為嚴重。

本路段與石虎廊道交會 1 次，交會處有部分擋土牆造成的切割影響。

圖 41、小 4 路段現勘照片。

4. 研究範圍道路課題分析討論

本計畫石虎重要棲地與廊道切割研析工作的研究範圍為后里區與鄰近后里的東勢區域，這個範圍是台中市前期石虎計畫分析台中石虎跨越大安溪與苗栗族群連結的最可能廊道。姜(2019)完成的苗栗縣大尺度路殺風險評估亦指出卓蘭三義大安溪畔為苗栗石虎與台中石虎重要之交流廊道區，縣道 140 有多筆石虎路殺紀錄且為模式預測的高風險區，此區的路殺減緩及保持石虎族群交流的南北暢通是刻不容緩的石虎保育議題。

維持石虎族群交流廊道的暢通需要釐清可能的切割屏障課題，廊道的切割屏障可概分為動物迴避道路、動物無法穿越道路和動物穿越中發生路殺三類情況討論，若不考慮物種行為和偏好的差異(Jacobson et

al., 2016)，動物迴避道路的壓力主要會與車流量或道路等級有關，這些因素同樣會影響路殺風險。

姜(2019)分析苗栗石虎路殺資料指出石虎路殺高風險區的特性包括石虎出現機率高、人口密度和道路密度高、道路等級高、溪流密度高、鄰近溪床與溪谷和山區彎道多路段。

本計畫於研究範圍篩選出 9 個路段(總長度約 25.6 公里)進行切割屏障課題的評估分析，在動物迴避壓力和路殺風險部分，由於台中石虎密度相對較苗栗和南投低、9 個路段除 1 條省道和 2 條鄉道外都是等級低且車流量少的路段(且路寬窄、車速慢)，因此勘查評估結果顯示僅台 3 線(大 1)有較高的動物迴避壓力，路殺風險僅有台 3 線(大 1)和中 40 鄉道部分路段(中 2)較高，但在可能造成動物無法穿越廊道的切割屏障部分，9 個勘查路段有半數以上有嚴重切割的情形，這可能是因為台中和苗栗淺山地區的地形地勢及土地利用型態差異造成，台中淺山地區地勢較崎嶇陡峭，加上較早開始大面積開發且程度亦較劇烈，因此自然棲地和廊道普遍有高度切割和破碎化的情形。

以下分山區森林和溪畔農地兩類環境分別討論交通、水利和其他人工設施的切割類型、影響程度和建議的減輕減緩對策。在交通設施部分的切割類型除直接的道路切割(可能隨路寬、車流量、鋪面形式而不同)外，還包含附屬結構設施物如各類型擋土牆、路緣石、護欄、路堤路塹和路側的溝渠等排水設施，間接的則包含緊鄰道路的各類私人土地圍籬。水利設施的切割類型則隨人工化形式、程度、溪流寬度和水深水量等因子而不同。最後亦針對路殺和其他有潛在切割影響的人工設施或人為影響尚包括聚落建物、圍牆和各式圍籬、犬隻和除草劑的使用等提出建議。

(1) 山區森林切割類型

a. 中大型連續擋土牆：研究區域道路上邊坡常有中大型的連續擋土牆，大型的高度常超過 3 公尺，長度達數十公尺，特別在地勢較崎嶇路段有道路或農地即常可見到這類大型水保工程。這類擋土牆會造成上邊坡森林內的動物無法穿越道路到另側森林，而動物若從另側森林穿越道路遇到此類連續擋土牆時，則必須沿擋土牆移動尋找可進入森林位置，或回頭再穿越道路回到原森林區域，這些情形都會造成動物長時間滯留在道路上，而大幅增加被來往車輛路殺的風險。

本計畫研究範圍還常出現的情形是道路一側為連續擋土牆，另一側則是連續紐澤西護欄，這是因為經過陡峭路段的山區道路上邊坡因水保需求而設置擋土牆，下邊坡側落差大則考量用路人安全而設置高強度護欄，類似路段若有動物誤入通常會受困無法離開而更增路殺風險。

此類近垂直混凝土構造物會對大部分物種造成影響，僅少數攀爬能力強的小動物(如樹蛙、攀蜥)仍可利用這類構造物，哺乳類中白鼻心和石虎雖攀爬能力強，但遇大型連續構造物亦無法利用，或仍會增加滯留路面時間。

建議對策：以下針對中大型連續擋土牆提出可參考的減輕減緩作法，由於此類大型近垂直混凝土構造物課題和對策類似，因此相同的作法亦可用來改善包含水圳的垂直混凝土壁面、路基落差等切割課題。

i. 石虎重要棲地和廊道區域的連續中大型擋土牆應優先評估可行改善對策，改善方式可於既有構造物上施作或附掛動物坡道提供動物使用，型式可參考國內其他交通或水利單位已施作的案例(圖 42)，改善位置選擇應避開高路殺風險路段並注意用路人安全，針對目標物種特性選擇適當位置、坡度、

寬度和鋪面型式(通常需粗糙化)，階梯式的坡道不利小動物使用應盡量避免或縮小每階落差。

圖 42AB 為高速公路局利用部分車損廢料製作並施作在中大型排水溝壁面提供動物通行的金屬活動式坡道；CDEFG 為林務局、水保局、水利局等單位設計施作在溪流護岸的動物坡道，包含護岸採砌石型式增加孔隙、護岸緩坡化等；H 為林務局設計的生態友善擋土牆，利用現地材料和植生施作複層擋土牆，以及邊緣以土包袋堆疊緩坡。

ii. 針對未來新建或更新的中大型擋土牆結構物研發和採用生態友善的設計和工法。

iii. 改善後或新設置的生態友善構造物應進行 3 年以上的維護管理和成效監測，以了解成效回饋後續工作。

圖 42、國內擋土牆或護岸設置動物坡道或生態友善案例。

b. 連續紐澤西護欄：與大型連續擋土牆為類似課題，通常為設置在路堤側的設施物，目的常是為防止用路人車衝下邊坡。此類護欄高度通常不超過 1 公尺，長度可達數十公尺，石虎等擅攀爬跳躍的哺乳動物雖然可翻越護欄，但仍會增加其穿越困難和停留路面的時間，而增加切割情形和路殺風險。其他動物僅少數攀爬能力強的小動物(如樹蛙、攀蜥)有能力翻越這類構造物。

山區道路下邊坡若為有耕作行為的私有地，偶有地主自行將路側封閉的情形(包含將分離的護欄中間以混凝土封閉)，據了解可能是為避免降雨逕流排出造成私有地水保問題，此情形會加劇切割影響，同時逕流無法排出而大量匯聚宣洩更容易影響道路水土保持。

建議對策：

i. 由於有不少案例是連續護欄造成小動物受困路上而發生大量路殺情形，因此建議未來可全面改善淺山地區的連續護欄，短期可優先針對石虎重要棲地和廊道區域的構造物進行改善。改善作法可將連續護欄以固定間距切開，建議間距小於 5 公尺，切開處若有強度或其他安全顧慮可加設鋼板或鋼管，保持下方足夠高度暢通即可。本計畫研究範圍也有多種形式的非連續性護欄(圖 43)，另外公路總局已有多件案例於全台各地山區省道以鋼板護欄或綠堤取代原紐澤西護欄，且獲得金路獎肯定(可參考公路總局網站金路獎簡報區 https://www.thb.gov.tw/page?node=04b8a418-5e44-4829-b2e6-e8220d07ef79，如第四區養護工程處獨立山工務段 104 年簡報)。

ii. 針對未來的新建護欄需求或道路拓寬更新需求，應避免採用連續式的護欄，應建立並規範生態友善的護欄形式供相關單位使用，同時應檢討山區道路排水工程的設計和維管。

iii. 改善後或新設置的生態友善構造物應進行 3 年以上的維護管理和成效監測，以了解成效回饋後續工作。

圖 43、本計畫研究區的非連續護欄形式。

c. 私人土地圍網：研究範圍私有土地在緊鄰道路的區域設置圍網的情形非常普遍，可能因為東勢區有許多農地種植高價值的果樹，此外部分農地可能已經轉手做其他使用或現場無人管理而需要設置圍籬。這類圍網高度通常在 2 公尺左右，長度常超過數十公尺，網目多在 10 公分以下，哺乳類除小型鼠類外大多無法順利通過此類圍網，部分圍網藤蔓叢生纏繞後會使小型動物亦無法穿越，因此會增加野生動物的穿越困難和滯留路面的時間，增加切割影響和路殺風險。

建議對策：

i. 與地主溝通優先處理石虎重要棲地或廊道區域的圍網，處理方式包括固定間距拆除部分圍網，或將圍網下方反摺提供動物通行但仍可阻擋外人進入。國內中央研究院(於國家生技園區)和高速公路局(於國道 3 號動物通道路段)均有將既有圍網下緣 20-30 公分反摺提供動物穿越的案例可供參考。另外國外有於圍網上設置單向門供動物通行和於圍網單側設置坡道供動物單向使用的案例亦可參考。由於圍網常設置在樹林邊緣，很容易被藤蔓類植物纏繞，因此反摺或單向門的改善亦需要考量植物生長影響避免失效，需評估是否應固定進行維護管理。

ii. 由於多數圍網為私有農地地主設置，因此圍網的改善需要先與地方進行良好溝通，由政府負責改善所需費用並補助圍網的修繕是可行的誘因，另外應積極評估將野生動物廊道維護、棲地連結等作為納入生態友善農業一環的作法，推廣生態友善農業，利用對地綠色補貼或綠色保育標章等工具來鼓勵農地進行圍網改善和少用除草劑等生態保育作為。

iii. 改善後或新設置的生態友善構造物應進行 3 年以上的維護管理和成效監測，以了解成效回饋後續工作。

d. 其他：如道路旁的排水溝渠可能造成中小型動物無法跨越，或是掉落溝渠內受困死亡；L 型溝或低矮的路緣石可能阻擋蛙類等小動物遷移或活動；隨著道路、人為活動或是餵養行為而進入山區的遊蕩犬貓，除了可能傳染疾病給野生動物外，亦可能因為競爭捕食壓力導致石虎等野生動物放棄部分棲地而增加切割影響。

建議對策：

i. 山區道路的小型排水設施應採生態友善設計，如溝渠可優先選擇草溝或礫石溝形式，或設置具逃生坡道的溝渠，集水井應設置逃生坡道，路緣石可設計斜面構造或固定間距開口讓動物通過(圖 44)。

圖 44A 為台 26 線的礫石溝、B 為日本沖繩的友善路緣石開口、C 為集水井加設動物坡道、D 為日本沖繩的單側通行排水溝、E 為日本沖繩的小動物友善排水溝、F 為台 9 線新設置的排水溝動物坡道。

ii. 生態友善設計的形式、位置、間距等選擇均需考量目標物種和現地環境，改善後亦需要有相對應的成效監測和維護管理作為。

圖 44、各類小動物友善設施。

(2) 溪畔農地切割類型

研究區域溪畔農地有道路和水圳切割課題。溪畔農地由於地景破碎、人為活動較頻繁，因此各類切割影響亦大，而研究區域又因水圳設施密集複雜、鄰近泰安火車站等旅遊景點等因素而增加影響程度。

a. 各類人為環境和干擾：溪畔農地人為活動頻繁，土地利用形式複雜而使地景破碎化程度高，且各區塊間可能因地主不同或利用形式不同等因素，而又有圍網、高差、水圳溝渠、建物、道路等不同的切割(圖 45)，另外飼養和遊蕩犬貓的密度通常也很高。野生動物可能只能於夜間穿越，而利用既有道路可能是較易穿越破碎地景的方式，但也可能因此增加路殺風險。

建議對策：

i. 研究範圍為石虎重要棲地與廊道，可選擇此區域的農地推廣生態友善農業，將棲地連結改善納入友善目標，輔導協助此區域的農友共同為維護石虎棲地連結努力。

圖 45、溪畔農地的人為環境和干擾。

b. 各類水圳設施：大安溪畔的研究區域有複雜且高密度的水圳和溝渠，大部分位於溪畔農地的水圳都是混凝土垂直壁面形式，加上水圳寬廣水量充沛，因此多數為野生動物無法穿越的障礙(圖 46)，可能只能於夜間利用道路和橋梁等人工設施跨越，也會因此增加停留路面時間和提高路殺風險。除溪畔農地外，淺山區域的溪流水圳亦多已人工化，有相同的切割屏障課題。

建議對策：

i. 水圳設施的垂直混凝土壁面改善方式可參考「中大型連續擋土牆」的改善建議進行，選擇適當位置增設動物坡道減少切割。

ii. 較寬或水量充沛的水圳即使設置動物坡道仍然有切割影響，可於水圳上方設置簡易的跨橋讓動物通行，跨橋應考量目標

物種使用需求選擇適合地點，可考量設立告示牌禁止民眾使用(減少對動物干擾及考量跨橋載重安全性)，跨橋若能覆土植生可增加動物利用率或縮短動物適應所需時間。圖 47A 是研究區內水圳上方的簡易跨橋，BCD 為高速公路局於動物通道區設置讓動物跨越排水溝的跨橋形式。

iii. 部分水圳在與道路交會處會以路面下方埋設箱管涵的形式通過，水量較小的溪流水圳或枯水期時，這類箱管涵可能有潛力作為動物通道，其常有位置適合和改善成本低廉等優點。改善時需注意通道內、通道口和往外連結到自然棲地的設計均需符合目標物種的需求，譬如常是道路生態關注目標的食肉目動物中有不少種類會排斥利用有積水的通道，即可將箱管涵改為複式斷面提供動物利用。

圖 46、溪畔農地的溝渠和水圳切割。

圖 47、各式簡易跨橋。

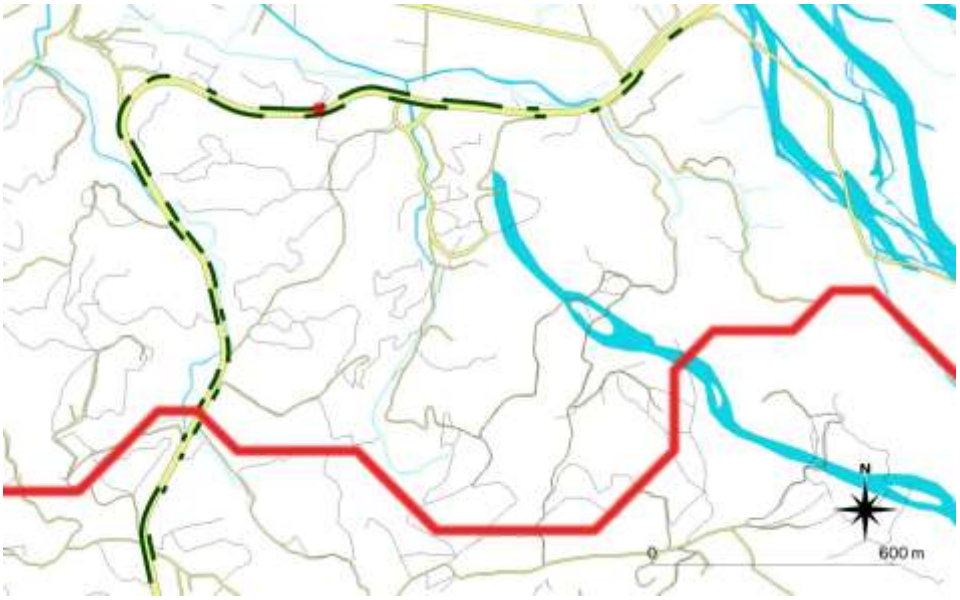
(3) 台 3 線和中 40 路殺課題對策建議

台中市從 2012 年至 2019 年 10 月間共有 6 筆石虎路殺紀錄，其中 2 筆位於東勢區，一筆位於大甲溪畔，一筆近大安溪。姜(2019)認為苗栗國道 1 號以東較少石虎路殺紀錄的可能原因包括棲地較不破碎、人口和車流較少、地形較為起伏等因素，台中市石虎路殺紀錄遠較苗栗少則主要應與石虎密度較低有關。

本計畫勘查判斷路殺風險較大的路段為台 3 線(大 1)和中 40 鄉道部分路段(中 2，參考圖 35)，其中台 3 線課題較為複雜，初步判斷並無優先改善位置和對策建議。圖 48 的粗黃線為研究範圍的台 3 線路線，黃線兩側有藍黑色線段分布，此線段表示該側路肩「並無」連續擋土牆或連續紐澤西護欄等構造物，亦即其他無藍黑線段的部份均因結構物切割造成動物無法由該處進入路面。由圖上可看出台 3 線兩側切割交錯密集分布，加上周邊其他道路、水圳和圍網的切割，石虎要固定沿預測的紅線廊道位置移動並穿越台 3 線的可能性很低，較可能的是經過多重的切割阻礙後，石虎可能只沿某處既有農路進入台 3 線，然後可能因為較寬的 4 線道不易通過、車流

量大車速快、兩側交錯的連續擋土牆和護欄使石虎受困增加滯留道路時間等種種因素而有很高的機率被路殺，圖中紅點 2019 年路殺的石虎可能就是類似因素造成。因為台 3 線的狀況不易分析熱點、道路等級高、周邊為私有地且人為出入頻繁等因素，因此一般常用且成效較佳的防護網搭配動物通道的減輕對策現階段並無法立即用來降低台 3 線的石虎路殺風險，原因包括需要防護網路段長，但防護網會影響居民和用路人出入，甚至增加切割情形；無法評估優先設置動物通道位置且牽涉到私有地使用問題(幾處穿過台 3 線下方的溪流水圳為目前可能改善作為通道的位置)，以及大量設置防護網和動物通道可能造價很高。公路總局 2019 年開始於台 3 線卓蘭路段進行智慧路殺預警系統和智慧公路的測試和示範，利用 AI 辨識系統、資訊可變標誌和聲光波生物緩速設備的搭配同時預警用路人和可能穿越道路的目標動物，目前成效良好，未來相同設備可能亦適用於本計畫台 3 線東勢路段。短期內建議可評估以噪音路面(利用聲音警示靠近道路的動物、提醒駕駛人減速)、光學警示設施(將車燈光源反射到道路兩側棲地警示靠近道路的動物)、3D 減速標線(利用標線來管理和影響駕駛人降低車速)和設置警告牌(提醒駕駛人減速)及測速照相機(提醒駕駛人減速)等方式搭配來減緩台 3 線的路殺風險(圖 49)。

中 40 鄉道路殺風險較高位置包括后卓橋前後路段和西側最近大安溪的路段(圖 35)，改善建議請見中 2 路段的勘查結果，此兩處都可評估採防護網搭配動物通道的方式進行改善，其他如噪音路面等措施亦可採行。



粗黃線為台 3 線，細黃線為其他道路，藍帶為水系，粗紅線為石虎廊道位置。粗黃線兩側藍黑色線段為台 3 線兩側路肩無連續擋土牆和連續護欄切割的路段，亦即有藍黑色線段處為石虎可能進入路面的位置。紅色星點為 2019 年發生石虎路殺的位置。

圖 48、台 3 線兩側切割情形。

A 為日本沖繩的噪音路面；B 為淡水的 3D 斑馬線；C 為東勢的 3D 減速標線；D 為金門的防水踏路殺光學警示設施

圖 49、其他路殺減輕對策。

5. 研究範圍道路課題後續建議整理

a. 本計畫研究結果顯示大安溪南側后里和東勢區域的石虎重要棲地及廊道有嚴重的切割屏障課題，路殺風險則以台 3 線和部分中 40 鄉道較高。

b. 針對路殺風險高的路段(車流量大、車速快)，可評估搭配噪音路面、光學警示、3D 標線和限速等預警和管理措施進行減緩改善，少部分路段可能適合評估以防護網和動物通道來減輕。

c. 較無路殺風險的路段應優先針對石虎重要棲地和廊道的區域進行切割課題的改善，使動物可以容易且快速的穿越道路，降低滯留路面的時間。其中以連續中大型擋土牆、連續紐澤西護欄、私有地圍網、水圳垂直護岸等構造物為較嚴重的課題。

d. 既有擋土牆和垂直護岸可參考國內相關案例附掛或增設動物坡道；連續護欄可固定間距切開；私有地圍網建議納入生態友善農業加強棲地連結配合相關政策推廣改善。

e. 未來新建或拓寬需完整評估生態友善和棲地切割課題，並研發各類生態友善設計和於相關工程規範落實。

f. 改善措施應進行成效監測和維護管理，以評估、檢討和維持其成效，並回饋後續相關減輕改善工作參考。

五、 結論與建議

本計畫今年度主要於台中市轄內大甲、外埔、清水、沙鹿、龍井、大肚和部分烏日區，架設紅外線自動相機進行石虎族群調查，57 個有效樣點中有 12 個樣點拍攝到石虎出現，合併前兩年在台中東部地區等九區內架設 167 個有效樣點中的 45 個點位記錄到石虎，共有架設 223 個相機點位，其中的 67 個樣點拍攝到石虎出現，包括 12 個區域（后里、北屯、東勢、新社、和平、太平、霧峰、大甲－外埔、神岡－后里、清水、大肚－烏日區）有記錄到石虎。其中以大甲－外埔區的出現頻率最高（OI=0.98），其次是東勢區（OI=0.39），再次為相鄰的后里區（OI=0.34）。雖然，大甲－外埔區的平均石虎出現頻率最高，然而，都集中分布在大安溪和大甲溪沿岸和鄰近的丘陵林地的狹長的小面積區域內，東勢區的石虎則主要分布在大安溪沿岸和東勢與和平交界的稜線地帶，而且拍攝石虎的樣點比例很低，也就是石虎的分布點位少，而本年度原本預估有較大面積的丘陵林地的大肚－烏日區則並未在淺山丘陵區內記錄到石虎，僅在烏溪河床地記錄到石虎。

由石虎樣點相對豐富度分布圖可看出台中地區的石虎分布主要沿山區稜線和兩側延伸邊坡以及河床呈帶狀分布，新社、太平和霧峰三區有較為連續和大面積的分布，后里和東勢交界的淺山丘陵和大安溪床是石虎出現頻度較高且連續分布的地區。此外，石虎潛在廊道分析結果顯示，台中淺山地區的石虎潛在廊道大致包括 1.外埔－后里區－東勢區的東勢林場間的沿大安溪的河床和山區;2.清水、神岡一直到新社的大甲溪沿岸；3.大安溪和大甲溪之間在后里區與東勢區交界山區；4.東勢林場沿東勢區與和平區交界的稜線往南向西南方向過大甲溪到新社區中部再到太平區、再往南到霧峰區；5.東勢林場沿東勢區與和平區交界的稜線往南到和平區南勢里再過大甲溪到新社區南部，再往西南方向過九九峰自然保留區北側到太平區。其中，大安溪和大甲溪之間的后里區與東勢區交界山區、東勢區與和平區交界的稜線最北段和太平區到霧峰區的廊道距離較短、阻力較小。而年度分析新增的后里區到新社區的大甲溪沿岸的潛在廊道，由於后里區到新社區的大甲溪沿岸多處為高度開發的人口密集區和農業區，且有石岡水壩的壩體阻隔，此段潛在廊道的可能性有待更進一步地確認。

反觀，太平區和霧峰區的平均石虎出現頻率較低，但是卻是目前台中地區有較大相連面積的中高適合度的石虎棲地，其次為后里和東勢交界山區以及東勢區的大安溪沿岸和與和平區交界的北段區域，相較之下，東勢區西側區域棲地則較為破碎，而台中西部地區除了大安溪和大甲溪沿岸有適合石虎的棲地外，其餘地區幾乎沒有石虎的適合棲地，也顯示台灣目前石虎族群較為穩定的苗栗和南投族群間的交流僅能靠台中市東部淺山的帶狀且破碎的石虎棲地維繫。

根據各區石虎出現頻率與分布和適合石虎的棲地狀況推斷，以小尺度而言，台中市有石虎出現的各區中，以太平區、霧峰區、后里－東勢交界區和東勢區的東北區域較具有棲地功能，而后里區、東勢區、和平區和新社區則在石虎族群交流上有其廊道的重要性。以大尺度而言，相較於石虎重要棲地的苗栗和南投地區，台中地區適合石虎棲息生存的棲地面積較小，也較為破碎和低連續性，因此，台中地區的石虎族群與棲地，對於苗栗和南投族群的連結有其關鍵性。此外，本年度的調查也顯示大安溪和大甲溪的河床地為石虎潛在廊道，在石虎族群和基因交流上有極重要的功能。

與石虎共域的野生食肉目動物中，以鼠科鼠類、白鼻心和鼬獾與石虎的分佈重疊度最高，然而，在出現頻率上並未有顯著相關性。近年來，國內的鼬獾狂犬病疫情嚴重，也有白鼻心感染狂犬病的案例，台中市亦屬疫區，由於所有溫血脊椎動物都有可能因感染狂犬病病毒而致死，與石虎同屬食肉目的鼬獾、白鼻心，因與石虎的共域性高，對瀕危物種的石虎可能造成的影響，不容忽視。此外，屬於外來種食肉目動物的家犬與石虎活動區域的重疊度也頗高，顯示台中地區的石虎也同樣的會面臨家犬所帶來的各種威脅，包括食物競爭、騷擾、甚至獵殺。另外，犬貓還可能對石虎有疾病傳染致死之虞，包括狂犬病、犬瘟熱、犬小病毒、貓泛白血球減少症等（chen *et al.* 2008, 陳貞志 未發表資料）。家犬與家貓的分布與活動，與棲地開發和人為活動有密切關係，由於各類土地開發一般伴隨著道路的開發和人類活動的增加，進而引入各種外來種的入侵包括犬、貓，台中市淺山地區除了有人口密集的市鎮外，其他地區雖然人口密集度較低，卻多是高度農業開發區，或多有步道、提供遊客遊憩、休閒活動，有利於自由活動的犬（貓）

的擴散、棲息與繁衍，尤其，近年來動保意識的覺醒，許多民眾在淺山活動包括登山健行、以及休閒娛樂等所引入的垃圾、甚至主動餵食流浪犬隻，都使淺山地區的犬隻活動問題更加嚴重。在野外調查期間也經常發現山區路邊有民眾設置的餵食站，對於當地居民的訪談時，也經常聽到居民抱怨愛狗人士將無主浪犬帶至山區野放，同時定點餵食，招致流浪犬隻聚集，也有犬隻襲擊居民的案例發生，甚至有受訪民眾主動表示流浪犬隻導致野生動物減少。此外，調查期間所架設的自動相機也陸續拍攝到配戴發報器的犬隻，同時，部分樣區也發現鋼索陷阱（吊子），雖然，並非以石虎為目標物種，但各種不同方式的非法狩獵行為，包括以獵狗追捕獵物甚至鋼索陷阱，都可能對石虎有不同程度的干擾與威脅，台中淺山地區的犬隻族群控制將是台中石虎保育的重要課題之一。

綜合 3 年的台中淺山地區石虎族群調查結果，提出以下的短期和長期建議：

（一）短期建議：

1. 深入的石虎生態研究與台中地區石虎族群數量評估：目前已知大安溪和大甲溪為石虎族群交流的廊道，但是台中西部地區人為開發壓力大，野生動物棲地極為破碎，不利於石虎的棲息利用與擴散，石虎在相對破碎的棲地環境的活動路徑與廊道有待釐清，以評估苗栗、台中、彰化和南投的石虎族群是否有所交流。同時，過去對於石虎棲地利用大多侷限於淺山丘陵地環境，對於石虎在河床地的利用情形和甚至是否有季節性的利用與否，有待進一步的研究了解。建議後續可以利用無線電追蹤研究，監測河床地石虎活動的範圍、路徑與棲地利用情形，以釐清石虎可能跨越溪流的明確路徑，同時提供更深入的石虎生態資訊，作為河床地的棲地經營管理與廊道維繫的依據。同時，後續也應對目前已確認石虎族群分布的地區有更深入的生態學研究，以及族群數量的評估。
2. 石虎分布區域的石虎保育相關政令宣導：目前全台石虎族群量的估計約在 468-669 隻，臨界於一般建議的最小可存活族群量（MVP，500-1000 隻）（林良恭等 2017），因此，任何一隻石虎的傷亡對於石虎族群的存續都

極為重要。3 年計畫執行期間，共有 6 台相機遭破壞或被偷竊，大都是拍到石虎或相鄰樣點有拍攝到石虎的樣點，部分樣點有記錄到帶獵犬打獵或設置陷阱的狩獵行為，雖然，石虎並非狩獵的目標物種，但是頻繁的獵狗活動、吊子陷阱和槍聲干擾都對當地野生動物和生態有極大干擾和威脅，會間接或直接影響石虎在當地的生存。問卷調查也反映出當地非法狩獵（無論是危害防治或非危害防治）情形相當普遍，顯示台中淺山地區的非法狩獵情況不容忽視。由於，警察單位和農業局相關人員無法即時發現此類盜獵情形，必須靠當地居民和農民通報，但部分居民因農損關係、對於此類非法狩獵行為並不排斥，甚至也有主動通報獵人移除危害物種如山豬，因此，一方面應減少農民受危害情形，目前農業單位提供的電圍籬補助，應可提供部分減緩效果，然而仍有許多農民對於電圍籬的成效抱持懷疑態度,建議相關單位應加強宣導並積極提供協助。另一方面也應採取宣導和巡邏取締軟硬並施的方式，降低非法狩獵的情形，宣導部分可藉由社區大會或里民大會進行軟性和正向勸導，同時建立通報機制，農會或產銷班機制是可以考慮的通報管道，同時，配合協助推廣友善環境農作的耕作和行銷，達到石虎（生態）與農民雙贏，也扭轉農民對於野生動物和生態的負面或冷漠的態度；部分地區已有發展較為緊密的社區巡守隊，基於社區安全或保育理念，對於捕獵行為有較強烈的阻止動作，市府的保育相關單位可藉由輔導和鼓勵機制，提高社區發展協會或社區巡守隊配合夜間巡邏的意願，達到更大的成效，林務局目前推動的生態服務給付，是後續可以推動的方法。此外，目前雖有禁用獸夾的法令和減少鼠藥使用的宣導，但是，山區民眾對此相關的觀念和認知仍有極大的落差，為避免石虎因誤觸獸夾或誤食毒餌的傷亡。相關政令的宣導仍應積極持續地推動。

3. 減緩並解決流浪犬貓問題：民眾對於犬貓的照養觀念和流浪貓狗的不當餵

食等，與淺山地區的野生動物包括石虎有很大的關係，建議一方面制定相關行政命令，在目前已知犬隻問題較為嚴重的區域和石虎分布熱點加強控制，包括禁止餵食和禁止野放流浪犬隻（包括 TNVR 的檢討與執行修正）；另一方面，農業局除了持續推動疫苗施打、注射晶片和 TNVR 等措施，也應推動寵物飼養與買賣等相關管理辦法，以解決流浪犬隻的源頭問題。

4. 加強中、小學學校教育的生命教育與生態保育教育：包括針對年齡層較低的學齡兒童和青少年，一方面加強其對飼養犬貓等同伴動物的正確觀念，另一方面增加他們對於淺山生態的了解與野生動物的保育觀念，針對中高年級小學和中學生，可舉辦青少年生命體驗營或當地生態研習營，讓青少年學子增加對自己生活的地區的野生動物生態的了解，並學習對於所有生命之尊重。

5. 市府和各區公所相關人員的保育教育訓練：石虎保育涉及面向很廣，各項工作的推動都有賴社區民眾和與社區直接接觸的第一線公務人員的合作，市府和各區公所相關人員的石虎生態資訊與保育教育的培訓有助於各項保育工作的規劃與推動和政令的宣導。

（二）長期建議：

1. 石虎族群的長期監測：目前已完成台中市轄區內淺山地區的石虎族群分布調查，掌握目前石虎族群分布現況，然而，台中地區的石虎適合棲地面積小且破碎，對於石虎族群的存續極為不利，加上各種人為開發和威脅，須對此族群進行長期的監測，一來可確定族群狀況是否維持穩定，同時，可確定各項保育措施與行動的成效，進而適合修正，建議監測重點包含族群數量的估算與變化和以遙測技術監測其棲地變化，以確認石虎分布區域是否逐漸縮減或僅是短期間的族群波動，另外，族群管理所需之關鍵性生物學研究，例如繁殖育幼、擴散或遷徙等都是

後續應進行之研究。

2. 經營管理和保育對策：由於台中地區石虎面臨的各項威脅與苗栗或南投地區的程度有所不同，因此在棲地的經營管理上必須有所調整，包括：（1）避免石虎棲地的消失；（2）改善石虎棲地品質；（3）創造石虎適合棲地，應有相對應之策略。石虎棲地的經營管理，應以石虎核心族群棲地和潛在廊道範圍為最優先。而台中市東部淺山地區的棲地環境和自然棲地連結度是目前石虎族群在台中地區的存續的關鍵地區，也影響苗栗與南投石虎族群的連結，此外，台中西部目前已知石虎分布的大安溪和大甲溪沿岸河床以及外埔區，雖然對於苗栗和南投族群的連結功能尚未確定，但對於棲息於各種開發行為頻繁的淺山地區的石虎，河床地提供破碎環境中相對安全和連續的廊道，因此，無論台中東部或西部目前有石虎分布的區域，都應列為石虎棲地經營管理的次要優先。

(1) 避免石虎棲地的消失：台中市轄內石虎族群在東部淺山的分布各區都以農業生產為主，然而，在台中市西部的工商業發展和市鎮開發壓力下，近年來東部淺山地區也逐漸開發，包括休閒農業、私人農舍與別墅，甚至大型建案也開始蠶食山坡保育地和農牧用地，造成當地許多野生動物包括石虎的棲地的喪失。相較於苗栗地區和南投地區，台中地區石虎的適合棲地面積小且相當破碎，且多位於私有地，棲地內的開發不僅造成石虎棲地的直接喪失更增加破碎化，同時也會引入更多的威脅因子，包括污染、路殺、犬貓甚至狩獵，對原本已經稀少的族群造成更大的壓力，因此，石虎適合棲地的維持相當重要。建議市府在目前正在進行的國土計畫法中，將石虎重要棲地範圍（林良恭等2017），或是本研究所產出的石虎適合棲地範圍（圖 22），依照低度適合和中高度適合的棲地分別劃入相關保護等級的功能分區，尤其是核心族群棲地和交流廊道範圍。同時，目前有石虎分布的區域內，有

開發案需評估時，相關主管機關應要求開發單位除符合環評基本要求外，還應主動針對石虎進行詳細調查與影響評估，並擬定石虎保育計畫書，若有充足的開發必要性，應提出完善的生態補償方案，不僅應考慮開發棲地導致周圍石虎棲地品質劣化，並且以補償新棲地為原則，而非在既有石虎棲地上劃設補償範圍。而針對山坡地非農地農用的違法農舍與別墅，建議相關單位應增加法源依據(例如行政法)，嚴加管理以及修訂相關法律與辦法，由於石虎為瀕危物種，尤其各市府和區公所相關負責人員也應確實了解自己所屬轄區內是否為石虎分布範圍，以利協助民眾相關諮詢和協調工作。

(2) 改善石虎棲地品質：除了棲地的喪失和破碎化，台中地區石虎面臨較大的威脅還有農業用藥、犬貓（尤其家犬）問題和非法狩獵（雖然石虎並非主要對象）等問題，因此，農業用藥管理、環境友善農業的推廣（見後段）、流浪犬貓數量管控和疫苗注射率提升，以及執法降低淺山地區的狩獵活動等，都是需要努力的方向。在短期建議中所提的石虎分布區域的石虎保育相關政令宣導，為社區參與石虎保育推動工作的第一步，後續應持續推動社區參與石虎保育的相關工作，降低上述各項威脅對於石虎的影響，以改善石虎棲地品質。近年來的野外調查結果顯示，各級溪流和河川地同樣提供石虎利用之棲地，過度水泥化的溪流整治會導致溪流河床和沿岸缺少植被生長環境，不僅使許多溪流生物無法生存，也影響哺乳類、鳥類、甚至昆蟲的覓食與利用，間接影響食物鏈上層的掠食者包括石虎的食物來源，對於許多動物也造成活動與擴散的阻隔。而較為大型的河川例如大安溪和大甲溪的河川地仍是許多野生動物利用之棲地，包括台灣野豬、山羌等較大型的哺乳類動物都有出現紀錄，其他小型食肉目動物，包括石虎、食蟹獴、白鼻心和鼬獾也經常利用河床和緊鄰河床的邊坡，然而，除了颱風季

節以外，大安溪和大甲溪都有河道疏濬和大量砂石車通行，對於利用此環境的野生動物包括石虎有極大的干擾；而溪溝河床沿岸隨處可見的大型棄廢棄物和垃圾和焚燒，嚴重影響河床棲地品質，不僅影響河川水的品質，更降低野生動物的棲地品質，建議相關單位研擬改善措施。此外，許多公共工程建設規劃利用河川地，例如河濱公園、自行車道、河堤步道等，對於利用河床地的野生動物尤其瀕危的石虎，都是減少適合棲地或降低棲地品質的潛在威脅，各相關工程部門在規劃時應主動將生態衝擊納入考量。最後，雖然台中市的石虎路殺案例相較於苗栗和南投地區很少發生，有鑑於台中地區的石虎棲地相對已非常破碎，而且各項開發不斷侵入台中東部淺山地區，仍建議道路工程部門關注道路工程的規劃設計，並陸續改善現有道路設施和減緩車速的方式，以降低石虎路殺的機會。

此外，台中西部僅餘較大片連續林地的大肚區並未如預期的發現石虎，此處石虎族群的消失可能與林地面積小、各類開發持續干擾和犬隻活動等因素有關。大肚區南側的烏溪有兩樣點有相對豐度不低的石虎紀錄，記錄地點往南跨烏溪即為穿越八卦山和草屯連接南投中寮石虎熱點的貓羅溪，貓羅溪近年調查發現可能是石虎來往南投、彰化甚至台中的重要廊道(黃于玻，2019)，因此本計畫烏溪樣點的石虎紀錄亦顯示其可能有機會藉由貓羅溪等廊道連結台中與南投棲地。但烏溪與大肚山南側石虎適合棲地之間除濱溪農地外全為高度開發的市鎮區，無適合棲地且有高密度的路網切割(圖 50)，因此烏溪的石虎棲地現況並未與大肚山的適合棲地有連結，大肚山的族群也無法由此獲得補充。本計畫調查結果顯示溪流環境可作為石虎的棲地和廊道，大肚山南側的石虎適合棲地有數條水圳下游與烏溪或其支流筏子溪相連，包括大肚山西側的大肚大排水、山陽大排水、龍井大排水、山腳

大排水和東側連接筏子溪的十三寮排水、林厝排水、東大坑溪(東大溪)、知高坑溪(南邊溪)、山仔腳坑溪(文山坑溪)和番社腳坑溪(七星坑溪)，若要保護台中西側淺山的石虎棲地和廊道，長期工作可加強改善大肚山南側的適合棲地品質，包含增加適合棲地面積、解決犬貓問題與道路切割可能的路殺風險，改善後可評估改善筏子溪和其他上游連結大肚山次生林環境的水圳以提供石虎廊道的可行性，如減少水域的橫向切割(如攔沙壩等構造物的友善化)、增加濱溪植被帶、減少利用廊道野生動物誤入市區的機率等。

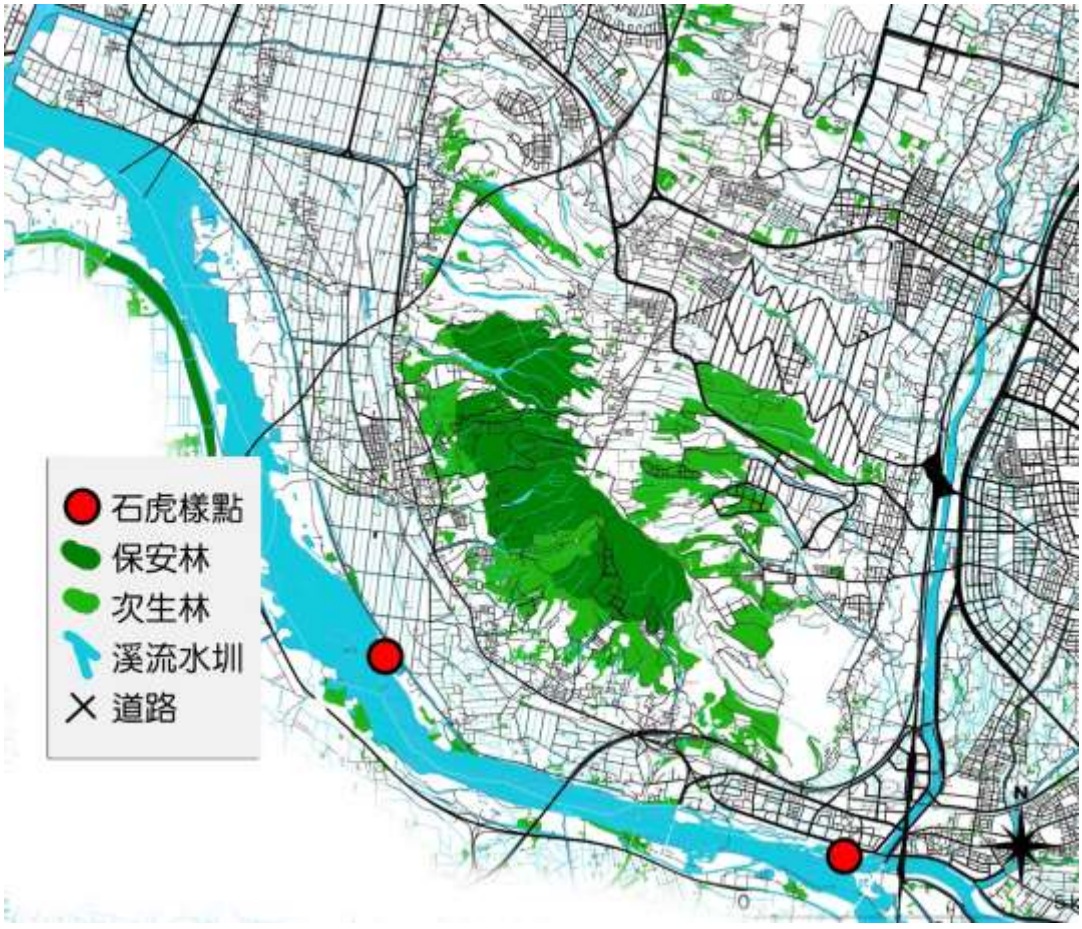


圖 50、烏溪石虎點位與大肚山南側石虎適合棲地之間道路切割與水系分布。

(3) 創造石虎適合棲地：由於石虎主要出現的環境是在低海拔連綿的和緩

丘陵地，不太陡峭或海拔高低變化不大，具有一定森林覆蓋並與其他低干擾程度的農業地或草生地等鑲嵌環境。建議農業局盤點台中市轄內的公有林地，進行評估其是否已是石虎適合棲地或如何進一步改善為石虎適合棲地。另外，在輔導私有林地造林時應配合石虎潛在廊道、核心族群棲地和更外圍的石虎適合棲地位置，提供有利的誘因，協助私有地地主進行的有利於石虎棲息利用林地經營管理，為石虎創造更多的棲地，並增加潛在廊道的連結。

3.推動社區參與石虎保育和友善環境農作：石虎為瀕危物種，在保育推廣上有極大號召力，而且，因體型和家貓相似，容易引起民眾共鳴。此外，根據苗栗地區推動石虎保育的經驗，社會氛圍將是很大的助力或阻力，台中地區與石虎活動較為重疊的淺山地區居民，尤其農民對於石虎的印象大致良好，由於石虎並不會導致農民作物損害，而雞舍危害的情形並不嚴重，以石虎為保育物種推動友善環境農作，不僅能減少農業用藥，恢復良好的生態環境，創造石虎等野生動物更多更適合的棲息環境，增加棲地的連結度，也能生產更健康的農業產品，建立保育生態的農業品牌，為農民創造更高的經濟效益。其次，淺山地區多為私有土地，國有林和保安林地面積小而且破碎，其對於野生動物的庇護成效有限，社區保育所強調的建立地方社群與自然資源管理的夥伴關係，成為淺山地區保育工作可行的方向，舉凡巡邏、取締、宣導、教育，加上實際執行野生動物保育（尤其石虎）所牽涉的經濟（危害）和地權問題，都亟需有地利之便與人情網絡優勢的社區或社群的支持。過去在苗栗地區推動石虎保育的經驗是，社區參與保育的推動需要長期的能量與時間的投入，方能有一些成果，同時必須適時引入外來資源和資訊，提供社區更多元的思考、刺激和選擇，也要考慮協助社區發展的方向應符合社區居民的需求和期許。只要方向是友善環境，無論切入點為動物保育、有機農業

或生態觀光，最終都將使得社區居民主動自發地維護與自身生活息息相關的生態環境，對於石虎保育終將有積極正面的影響。通霄鎮楓樹社區的「楓樹窩石虎米」就是很好的示範與經驗，另外，南投中寮地區的友善石虎農作也是以石虎為保育標的物種。國外案例中，日本西表山貓的保育成果是石虎保育很好的典範，成功因素除了數十年持之以恆的投入經費在相關保育研究，以了解西表山貓的保育關鍵外，主要在於多數居民已經形成共識，西表山貓也成為西表島的觀光象徵；此外，西表島上的石虎保育解說中心，除了具有解說教育甚至觀光的功能，同時執行相當多的石虎保育與監測工作，包括養雞戶雞舍修繕與宣導、環境教育、石虎族群監測等，是值得參考學習的。

根據本年度執行石虎重要棲地和廊道的潛在切割區位研究，於調查區內的觀察發現私有土地在緊鄰道路的區域設置圍網的情形非常普遍，由於多數此類私有土地為農墾利用，尤其是果園，建議相關單位與地主溝通，優先處理石虎重要棲地或廊道區域的圍網，處理方式包括固定間距拆除部分圍網，或將圍網下方反摺提供動物通行但仍可阻擋外人進入。同時，可評估將野生動物廊道維護、棲地連結等作為納入生態友善農業一環的作法，推廣生態友善農業，利用對地綠色補貼或綠色保育標章等工具來鼓勵農地進行圍網改善和少用除草劑等生態保育作為。

4. 加強推廣石虎生態與保育教育：相較於偏鄉地區的民眾，台中地區民眾對於石虎的認識程度雖然較高，也更支持生態保育，然而，對於石虎的相關生態和保育行動仍相當陌生，尤其，與石虎棲息生存重疊的非都會區民眾，因此，針對一般民眾和農村居民的石虎生態與保育教育宣導應持續進行。

六、 參考文獻

林大利。2016。棲地破碎化的效應。科學發展。520 期。p.52-57。

林良恭。2017。指標物種棲地環境改善、營造及監測評估 - 歐亞水獺。金門國家公園管理處。

林良恭、姜博仁和王豫煌。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-30，68 頁。姜博仁、林良恭、袁守立。2015。重要石虎棲地保育評析(1/2)。 行政院農業委員會林務局保育研究 104-30 號。93 頁。

陳美汀。2015。台灣淺山地區石虎（Prionailurus bengalensis）的空間生態學。國立屏東科技大學生物資源研究所博士論文。88 頁。

陳美汀和姜博仁。2018。106 年度台中地區石虎族群調查及保育計畫。台中市政府農業局，台中，台灣。135 頁。

陳貞志。2018。瘟疫與保育－石虎的健康危機。科學發展。547：24-28（https://ejournal.stpi.narl.org.tw/sd/download?source=10707-04.pdf&vlId=17616299dbdd4b7d86269539c9e20181&nd=1&ds=1）。

陳兼善。1956。台灣脊椎動物誌。開明書局，台北市，619 頁。

黃光瀛。2001。公路對陽明山國家公園野生動物的影響及改進規劃。陽明山國家公園管理處。16 頁。

黃于玻。2007。二高沿線環境特性調查與國道計畫環境復育之研究。交通部高速公路局。

台東縣政府。2007。綠島生態資源永續發展計畫:蟹類生態廊道規劃建置及監測。278 頁。

陳章波等。2009。綠島蟹類生態廊道建置及監測計畫委託專業服務。台東縣政府。

郭智筌。2006。屏東縣低海拔地區自由放養家貓捕獵野生動物之探討。國立屏東科技大學野生動物保育研究所碩士論文。60 頁。

許永輝。2010。高速公路鳥類道路致死效應減輕措施評估—以路旁植被及隔音

牆為例。台灣大學生態與演化生物學研究所。碩士論文。46 頁。

黃于玻。2011。營運階段國道永續發展環境復育改善研究計畫。交通部高速公路局。551 頁。

黃于玻。2013。國道沿線生態課題調查與友善措施評估計畫。交通部高速公路局。537 頁。

黃于玻。2017。國道生態資源調查暨淺山環境復育研究計畫。交通部高速公路局。

黃于玻。2019。國道生態資源調查暨淺山環境復育研究計畫(第二期)。交通部高速公路局。

莊琬琪。2012。苗栗通霄地區石虎 (*Prionailurus bengalensis chinensis*) 及家貓 (*Felis catus*) 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。59 頁。

楊吉宗、詹芳澤、何東輯、毛嘉洪、劉建男、張簡琳玲。2004。特有及稀有哺乳類保育生物學之研究─台灣黑熊及石虎 (3/3)。93 農科-2.4.1-生-W4 (2)。行政院農委會特有生物保育研究中心。3 頁。

裴家騏和陳美汀。2007。新竹、苗栗之淺山地區小型食肉目動物之現況與保育研究（2/3）。行政院農業委員會林務局保育研究系列 95-35 號。66 頁。

裴家騏和陳美汀。2008。新竹、苗栗之淺山地區小型食肉目動物之現況與保育研究（3/3）。行政院農業委員會林務局保育研究系列 96-01 號。104 頁。

裴家騏和陳美汀。2017。105 年度台中地區石虎族群調查及保育計畫。台中市政府農業局，台中，台灣。81 頁。

裴家騏、盧道杰、黃美秀、趙芝良、陳美汀。2014。苗栗地區社區參與石虎保育工作推動計畫。行政院農業委員會林務局保育研究計畫系列 100-02-08-02 號。125 頁。

劉建男、林金樹、林育秀、房兆屏、林冠甫、莊書翔、錢憶涵、李翊慈、黃名媛。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 103-05 號。117 頁。

蔡鵑如。2018。高美溼地的路殺調查與改善。2018 道路生態暨資料分析國際研討會。

蘇維翎。2014。國有林班地區域野生動物道路致死調查及改善對策探討。行政院農委會林務局保育研究 100-24 號。366 頁。

Coffin AW (2007) From roadkill to road ecology: a review of the ecological effects of roads. Journal of Transport Geography 15, 396-406.

Findlay, C. S., and J. Bourdages. 2000. Response time of wetland biodiversity to road construction on adjacent lands. Conservation Biology 14:86-94.

Burton, N. H. K., M. M. Rehfisch, and N. A. Clark. 2002. Impacts of disturbance from construction work on the densities and feeding behavior of waterbirds using the intertidal mudflats of Cardiff Bay, UK. Environmental Management 30:865-871.

Cuperus, R., K. J. Canters, J. A. U. d. Haes, and D. S. Friedman. 1999. Guidelines for ecological compensation associated with highways. Biological Conservation 90:41-51.

Franklin, I. R. 1980. Evolutionary change in small populations. Pages 135-140 in M. E. Soule and B. A. Wilcox, editors. Conservation biology: an evolutionary ecological perspective. Sinauer Associates, Sunderland, Mass.

Franklin, I. R., and R. Frankham. 1998. How large must populations be to retain evolutionary potential? Animal Conservation 1:69-70.

Kano, T. 1929. The distribution and habit of mammals of Formosa (1). Zoological magazine 41:332-340.

Kano, T. 1930. The distribution and habit of mammals of Formosa (2). Zoological magazine 42:165-173.

McCullough, D. R. 1974. Status of larger mammals in Taiwan. Tourism Bureau, Taipei, Taiwan, R.O.C. 36pp.

McRae, B. H., and D. M. Kavanagh. 2011. Linkage Mapper Connectivity Analysis

Software. The Nature Conservancy, Seattle WA.

Paviolo, A., C. De Angelo, K. M. P. M. B. Ferraz, R. G. Morato, J. Martinez Pardo, A. C. Srbek-Araujo, B. d. M. Beisiegel, F. Lima, D. Sana, M. Xavier da Silva, M. C. Velázquez, L. Cullen, P. Crawshaw Jr, M. L. S. P. Jorge, P. M. Galetti, M. S. Di Bitetti, R. C. de Paula, E. Eizirik, T. M. Aide, P. Cruz, M. L. L. Perilli, A. S. M. C. Souza, V. Quiroga, E. Nakano, F. Ramírez Pinto, S. Fernández, S. Costa, E. A. Moraes Jr, and F. Azevedo. 2016. A biodiversity hotspot losing its top predator: The challenge of jaguar conservation in the Atlantic Forest of South America. Scientific Reports 6:37147.

Peterson, A. T., M. Papes, and M. Eaton. 2007. Transferability and model evaluation in ecological niche modeling: a comparison of GARP and Maxent. Ecography 30:550-560.

Phillips, S. J., R. P. Anderson, and R. E. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling 190:231-259.

Thomas, C. D. 1990. What do real population dynamics tell us about minimum viable population sizes? Conservation Biology 4:324-327.

附錄 1、台中低海拔山區野生食肉目動物分布訪查問卷

訪問的樣區代號 _____ 訪問日期時間 ____年____月____日

地點環境描述：_____

1.受訪者的基本資料

姓名：　　性別：□男　□女

年齡：

職業：□ 農 □ 工 □ 商 □ 服務 □ 教育 □ 自由業 □ 其他___

活動與頻度：

（1）來此活動的類型或目的

□ 運動、郊遊

□ 工作 ＞□耕作＞作物：□稻米 □果樹 □竹子 □茶葉

□其他 _____

□養殖

□其他 _____

□ 其他 _____

（2）在此活動多久_____

（3）來此活動的頻度

□ 每天 □每週數次 □每月數次 □每季數次 □每年數次

2.對小型食肉目動物和族群的認知情形

鼬獾： □不認識 □曾聽過但未見過 □ 親眼見過 □飼養過

最近看到的時間 _____

白鼻心：□不認識 □曾聽過但未見過 □ 親眼見過 □飼養過

最近看到的時間 _____

食蟹獴：□不認識 □曾聽過但未見過 □親眼見過 □飼養過

最近看到的時間 _____

麝香貓：□不認識 □曾聽過但未見過 □親眼見過 □飼養過

最近看到的時間 _____

石虎： □不認識 □曾聽過但未見過 □親眼見過 □飼養過

最近看到的時間 _____

認為動物數量 □多 □普通 □少 □無 □不知道

認為過去是否有分布 □有 □無

認為動物數量 □增加 □減少 原因_____

□其他（食肉目）動物 _____

3.是否曾發現當地有人捕捉過下列野生動物

□ 是＞物種：□鼬獾 □白鼻心 □食蟹獴 □麝香貓 □石虎

□其他 _____

＞時間：_____

＞目的：□食用 □買賣 □圈養 □移除 □其他 _____

□ 否

4.是否曾有（自己、聽說）野生動物危害事件

□ 是＞物種：_____

＞時間（月份、季節）_____

＞是否設法移除 □ 是，方式_____

□ 否

□ 否

5.認為野生動物與人類的關係和相關建議

（一）看法

□ 全部是有害的

□ 部分有害、部分有益，舉例 _____

□ 全部是有益的

□ 與人類無關

（二）建議

_____

附錄 2、2019 年 1 月至 10 月，以紅外線自動相機記錄到的哺乳類野生動物名錄。

目	科	中文名	學名	特有種[a]	保育等級[b]
食蟲	鼴鼠	臺灣鼴鼠*	*Mogera insularis*	特亞	-
	尖鼠	鼩鼱類	Insectivora sp.	-	-
靈長	獼猴	臺灣獼猴	*Macaca cyclopis*	特	-
兔形	兔	臺灣野兔	*Lepus sinensis formosanus*	特亞	-
嚙齒	松鼠	赤腹松鼠	*Callosciurus erythraeus*	-	-
	鼠	鬼鼠	*Bandicota indica*	-	-
		赤背條鼠	*Apodemus agrarius*	-	-
		刺鼠	*Niviventer coxingi*	特	-
		小黃腹鼠	*Rattus losea*	-	-
食肉	貂	鼬獾	*Melogale moschata*	特亞	-
	靈貓	白鼻心	*Paguma larvata taivana*	特亞	-
	貓	石虎	*Prionailurus bengalensis*	-	Ⅰ
鱗甲	穿山甲	穿山甲	*Manis pentadactyla*	特亞	Ⅱ

[a] 特：臺灣特有種；特亞：臺灣特有亞種。

[b] Ⅰ-瀕臨絕種保育類野生動物；Ⅱ-珍貴稀有保育類野生動物；Ⅲ-其他應予保育類野生動物。

＊：為目擊或痕跡資料。

附錄 3、2019 年 1 月至 10 月，以紅外線自動相機記錄到的鳥類野生動物名錄。

目	科	中文名	學名	特有種[a]	保育等級[b]
鵜形	鷺	黃頭鷺	*Bubulcus ibis coromandus*	-	-
		小白鷺	*Egretta garzetta garzetta*		
		黑冠麻鷺	*Gorsachius melanolophus*	-	-
鷹形	鷹	鳳頭蒼鷹	*Accipiter trivirgatus formosae*	特亞	Ⅱ
		大冠鷲*	*Spilornis cheela hoya*	特亞	Ⅱ
雞形	雉	台灣竹雞	*Bambusicola sonorivox*	特	-
		環頸雉	*Phasianus colchicus formosanus*	特亞	Ⅱ
鴴形	鷸	山鷸	*Scolopax rusticola*	-	-
	三趾鶉	棕三趾鶉	*Turnix suscitator rostratus*	特亞	-
鶴形	秧雞	白腹秧雞	*Amaurornis phoenicurus chinensis*	-	-
		緋秧雞	*Porzana fusca phaeopyga*	-	-
		灰腳秧雞	*Rallina eurizonoides formosana*	特亞	-
鴿形	鳩鴿	翠翼鳩	*Chalcophaps indica indica*	-	-
		珠頸斑鳩	*Streptopelia chinensis chinensis*	-	-
		金背鳩	*Streptopelia orientalis orii*	特亞	-
		紅鳩	*Streptopelia tranquebarica huminis*	-	-
鵑形	杜鵑	番鵑	*Centropus bengalensis lignator*	-	-
鸚形	鬚鸚	五色鳥	*Megalaima nuchalis*	特亞	-
雀形	鴉	樹鵲	*Dendrocitta formosae formosae*	特亞	-
	鶲	白頭翁	*Pycnonotus sinensis formosae*	特亞	-

伯勞	灰頭紅尾伯勞	*Lanius cristatus lucionensis*	-	Ⅲ
鶺鴒	白背鷚	*Anthus gustavi gustavi*	-	-
扇尾鶯	灰頭鷦鶯	*Prinia flaviventris sonitans*	-	-
噪眉	臺灣畫眉	*Garrulax taewanus*	特	Ⅱ
畫眉	山紅頭	*Cyanoderma ruficeps praecognitum*	特亞	-
	小彎嘴	*Pomatorhinus musicus*	特	-
鶇	虎鶇	*Turdus dauma*	-	-
王鶲	黑枕藍鶲	*Hypothymis azurea oberholseri*	特亞	-
椋鳥科	白尾八哥	*Acridotheres javanicus*	-	-
鶲	野鴝	*Calliope calliope*	-	-
	黃尾鴝	*Phoenicurus auroreus auroreus*	-	-
鸚嘴	粉紅鸚嘴	*Sinosuthora webbianus bulomachus*	特亞	-

[a] 特：臺灣特有種；特亞：臺灣特有亞種。

[b] Ⅰ-瀕臨絕種保育類野生動物；Ⅱ-珍貴稀有保育類野生動物；Ⅲ-其他應予保育類野生動物。

＊：為目擊或痕跡資料 。

附錄 4、2016 年 9 月至 2019 年 10 月，台中淺山地區石虎分布調查紅外線自動相機架設樣點。

區	GPS_X	GPS_Y	架設日期	總工作時	石虎
外埔	212xxx	2689xxx	2019/3/21	3507.98	有
	219xxx	2694xxx	2019/3/25	3621.50	有
	218xxx	2694xxx	2019/3/25	2867.88	有
	215xxx	2695xxx	2019/3/25	3621.25	有
	215xxx	2688xxx	2019/7/1	2405.00	有
	214xxx	2689xxx	2019/7/1	2402.50	有
	213xxx	2689xxx	2019/7/1	2401.00	
	212xxx	2690xxx	2019/7/2	2380.25	
	211xxx	2690xxx	2019/7/2	2377.50	
大甲	214xxx	2695xxx	2019/8/23	1126.75	
	214xxx	2695xxx	2019/8/23	1123.75	
清水	211xxx	2688xxx	2019/3/12	4342.45	
	212xxx	2688xxx	2019/3/12	3235.60	有
	209xxx	2687xxx	2019/4/29	3217.60	
	210xxx	2688xxx	2019/4/29	3716.00	
	209xxx	2686xxx	2019/5/29	3001.50	
	208xxx	2685xxx	2019/5/29	3001.25	
	208xxx	2684xxx	2019/5/29	2998.75	
	207xxx	2684xxx	2019/5/29	3000.50	
大肚	205xxx	2671xxx	2019/2/14	4393.10	
	205xxx	2671xxx	2019/2/14	4390.40	
	203xxx	2669xxx	2019/2/14	5463.75	有
	205xxx	2673xxx	2019/2/15	4583.55	
	205xxx	2671xxx	2019/2/15	4368.02	
	205xxx	2672xxx	2019/2/15	4366.57	
	207xxx	2671xxx	2019/2/27	4584.72	
	207xxx	2673xxx	2019/2/27	4581.05	
	208xxx	2672xxx	2019/2/27	3515.22	
	208xxx	2672xxx	2019/2/27	4212.92	
	205xxx	2673xxx	2019/2/28	2137.63	
	204xxx	2672xxx	2019/2/28	5136.48	
	204xxx	2667xxx	2019/2/28	2685.92	
	206xxx	2670xxx	2019/3/14	3332.75	
	206xxx	2671xxx	2019/3/14	2614.90	
	206xxx	2671xxx	2019/3/14	2514.70	
	206xxx	2670xxx	2019/3/14	3330.25	

	207xxx	2669xxx	2019/7/30	1488.00	
烏日	210xxx	2666xxx	2019/7/30	1801.50	有
	208xxx	2669xxx	2019/7/30	1491.00	
	208xxx	2668xxx	2019/7/30	1490.50	
東勢	235xxx	2680xxx	2016/9/11	3300.50	
	236xxx	2681xxx	2016/9/11	3484.00	
	235xxx	2682xxx	2016/9/11	3069.50	
	235xxx	2683xxx	2016/9/11	3068.75	
	235xxx	2675xxx	2016/9/13	3241.00	
	237xxx	2677xxx	2016/9/13	2588.25	有
	234xxx	2678xxx	2016/9/13	3239.25	
	232xxx	2685xxx	2016/10/5	2619.25	
	231xxx	2686xxx	2016/10/5	2497.50	
	230xxx	2687xxx	2016/10/5	2496.75	
	236xxx	2678xxx	2016/10/31	2113.25	
	238xxx	2678xxx	2016/10/31	2281.00	
	234xxx	2684xxx	2016/10/31	2106.50	
	230xxx	2688xxx	2016/12/7	3122.50	有
	228xxx	2690xxx	2017/2/5	1995.50	有
	229xxx	2688xxx	2017/2/5	3432.75	
	225xxx	2690xxx	2017/2/5	3433.00	有
	226xxx	2686xxx	2017/2/5	3428.25	
	236xxx	2686xxx	2017/3/15	2884.25	
	237xxx	2687xxx	2017/3/15	2881.50	
	234xxx	2686xxx	2017/3/17	2640.68	有
	232xxx	2687xxx	2017/3/17	2641.25	有
	227xxx	2690xxx	2017/3/17	968.07	有
	235xxx	2675xxx	2017/3/20	2638.50	
	235xxx	2673xxx	2017/3/20	2613.25	
	229xxx	2686xxx	2017/3/21	2085.60	
	226xxx	2686xxx	2017/3/21	2640.50	
	238xxx	2680xxx	2017/3/27	1772.07	
	234xxx	2680xxx	2017/3/27	2761.45	
	233xxx	2684xxx	2017/3/27	1722.28	
	225xxx	2686xxx	2017/2/4	3573.50	
	233xxx	2676xxx	2018/2/24	3265.00	
	233xxx	2673xxx	2018/2/24	5616.75	
	236xxx	2673xxx	2018/2/24	3108.28	
豐原	225xxx	2685xxx	2016/10/11	2325.00	
	225xxx	2683xxx	2016/11/28	3632.03	

	224xxx	2681xxx	2016/10/18	1949.75	
	224xxx	2679xxx	2017/3/11	3209.50	
	223xxx	2679xxx	2017/4/3	2658.00	
神岡	220xxx	2686xxx	2019/3/12	3070.17	
	214xxx	2687xxx	2019/3/12	4870.50	有
	215xxx	2687xxx	2019/3/12	4238.32	有
	220xxx	2686xxx	2019/3/21	3768.60	有
	218xxx	2686xxx	2019/3/21	2843.48	
	214xxx	2687xxx	2019/8/23	930.25	
后里	224xxx	2690xxx	2016/9/18	2877.50	
	225xxx	2688xxx	2016/9/18	2876.75	
	224xxx	2688xxx	2016/9/18	2057.30	
	224xxx	2691xxx	2016/10/11	1772.27	有
	223xxx	2686xxx	2016/10/11	2597.75	有
	225xxx	2687xxx	2016/10/11	2328.75	
	222xxx	2693xxx	2017/2/4	2303.32	有
	221xxx	2686xxx	2017/2/4	1927.67	
	225xxx	2687xxx	2017/2/4	3574.00	有
龍井	204xxx	2674xxx	2019/2/28	3814.43	
	205xxx	2675xxx	2019/8/14	1323.25	
	205xxx	2675xxx	2019/8/14	1322.75	
	205xxx	2674xxx	2019/8/14	1319.75	
石岡	229xxx	2684xxx	2016/8/31	3310.50	
	231xxx	2682xxx	2016/9/23	2760.00	
	229xxx	2683xxx	2016/9/23	2039.00	
	227xxx	2683xxx	2017/3/11	2879.75	
	231xxx	2684xxx	2017/3/17	1940.75	
	230xxx	2685xxx	2017/3/21	2880.75	
沙鹿	207xxx	2677xxx	2019/4/26	3684.08	
	208xxx	2677xxx	2019/4/26	3950.25	
	208xxx	2678xxx	2019/4/29	3887.75	
	208xxx	2678xxx	2019/4/29	3886.25	
	208xxx	2679xxx	2019/7/31	1652.50	
	208xxx	2681xxx	2019/8/2	1439.75	
北屯	226xxx	2674xxx	2016/9/1	3624.75	
	225xxx	2675xxx	2016/9/1	3622.00	
	223xxx	2676xxx	2016/10/18	2491.00	
	223xxx	2674xxx	2016/11/1	2162.75	
	225xxx	2673xxx	2016/11/1	2161.50	
	229xxx	2677xxx	2017/3/13	2904.25	

	226xxx	2677xxx	2017/3/13	2902.25	
	225xxx	2677xxx	2017/3/24	2643.00	
	228xxx	2673xxx	2017/3/24	2659.00	有
	228xxx	2675xxx	2017/3/24	2658.50	有
和平	240xxx	2686xxx	2018/2/18	3387.00	
	241xxx	2685xxx	2018/2/18	3384.75	
	239xxx	2686xxx	2018/2/18	3381.25	有
	238xxx	2674xxx	2018/2/20	5163.50	
	240xxx	2674xxx	2018/2/20	5086.00	
	238xxx	2673xxx	2018/2/24	3259.75	
	241xxx	2675xxx	2018/2/25	4995.83	
	243xxx	2673xxx	2018/2/25	3234.50	
	241xxx	2674xxx	2018/2/25	3233.25	
	239xxx	2673xxx	2018/3/7	2331.43	有
	239xxx	2672xxx	2018/3/7	3214.75	
	239xxx	2671xxx	2018/3/7	3213.50	
	238xxx	2671xxx	2018/3/7	3212.50	
	239xxx	2684xxx	2018/5/12	3210.50	
	239xxx	2684xxx	2018/3/12	2855.75	
	238xxx	2684xxx	2018/3/12	2614.57	
	238xxx	2682xxx	2018/3/12	2850.00	有
	242xxx	2687xxx	2018/3/19	2690.50	
	236xxx	2683xxx	2018/3/19	2690.25	
	241xxx	2687xxx	2018/4/1	4200.50	
	239xxx	2688xxx	2018/4/1	4198.25	
	238xxx	2683xxx	2018/7/16	2446.00	
	236xxx	2684xxx	2018/7/16	1225.45	
	238xxx	2684xxx	2018/7/16	2442.75	有
	238xxx	2685xxx	2018/7/16	2441.50	有
	237xxx	2686xxx	2018/7/17	2418.88	
	238xxx	2681xxx	2018/7/17	2416.75	
	237xxx	2682xxx	2018/7/17	2416.00	
	240xxx	2679xxx	2018/7/20	2330.50	
	240xxx	2678xxx	2018/10/3	725.75	
	240xxx	2684xxx	2018/7/20	2326.50	
	239xxx	2677xxx	2018/7/21	458.75	
	240xxx	2680xxx	2018/7/26	2185.75	
	239xxx	2679xxx	2018/7/26	2185.00	
	239xxx	2682xxx	2018/7/26	2135.02	
	237xxx	2675xxx	2018/7/28	2134.00	有

	236xxx	2675xxx	2018/7/28	1444.50	
	239xxx	2674xxx	2018/7/28	461.50	
	237xxx	2674xxx	2018/7/29	2358.75	
	239xxx	2669xxx	2018/7/29	2106.50	有
	239xxx	2669xxx	2018/7/29	2106.50	
	239xxx	2670xxx	2018/7/22	3362.00	
	239xxx	2676xxx	2018/7/22	2657.00	
	239xxx	2676xxx	2018/7/22	2656.00	有
新社	229xxx	2674xxx	2016/8/31	2197.55	
	231xxx	2673xxx	2016/9/6	3191.00	
	233xxx	2671xxx	2016/9/6	1556.68	有
	231xxx	2672xxx	2016/9/9	3335.50	有
	232xxx	2674xxx	2016/9/9	3333.50	有
	232xxx	2676xxx	2016/9/9	3114.75	有
	229xxx	2681xxx	2016/9/23	2042.75	
	233xxx	2668xxx	2016/10/29	2279.00	有
	235xxx	2670xxx	2016/10/29	2277.58	有
	227xxx	2680xxx	2017/3/11	3218.00	
	237xxx	2667xxx	2017/3/28	2734.75	
	238xxx	2670xxx	2017/3/28	2733.50	
	236xxx	2670xxx	2017/3/28	2565.75	有
	238xxx	2673xxx	2017/3/30	2691.75	有
	236xxx	2672xxx	2017/3/30	2520.00	有
	235xxx	2669xxx	2017/3/30	2518.00	有
	231xxx	2679xxx	2017/4/3	2424.50	
	231xxx	2682xxx	2017/5/11	783.43	
	226xxx	2680xxx	2017/5/23	1462.00	
太平	225xxx	2668xxx	2018/2/8	2998.50	
	226xxx	2670xxx	2018/2/8	4915.00	
	229xxx	2671xxx	2018/2/8	2974.50	
	227xxx	2671xxx	2018/2/10	4870.50	
	228xxx	2672xxx	2018/2/14	2857.50	有
	229xxx	2668xxx	2018/2/14	3463.98	
	230xxx	2670xxx	2018/2/14	1269.75	
	231xxx	2668xxx	2018/2/14	4771.00	有
	223xxx	2671xxx	2018/2/21	2680.25	
	228xxx	2669xxx	2018/3/18	5052.50	有
	228xxx	2669xxx	2018/3/18	2081.25	
	231xxx	2664xxx	2018/6/24	2152.07	
	231xxx	2663xxx	2018/6/24	2783.00	

	229xxx	2666xxx	2018/6/26	2735.50	有
	227xxx	2668xxx	2018/6/26	2734.75	
	228xxx	2664xxx	2018/9/26	520.75	
	228xxx	2666xxx	2018/6/29	2658.75	有
	225xxx	2670xxx	2018/6/29	2658.25	
	225xxx	2665xxx	2018/7/5	2525.75	有
	227xxx	2663xxx	2018/7/5	2522.50	有
	225xxx	2663xxx	2018/7/5	2521.00	有
	228xxx	2660xxx	2018/7/5	2539.75	有
	230xxx	2662xxx	2018/7/6	1551.75	
	224xxx	2667xxx	2018/9/5	1025.25	
霧峰	224xxx	2655xxx	2018/1/27	2714.77	有
	223xxx	2655xxx	2018/1/27	1779.65	
	225xxx	2657xxx	2018/1/27	1628.73	有
	221xxx	2656xxx	2018/1/31	3165.75	
	220xxx	2658xxx	2018/1/31	3168.75	
	226xxx	2659xxx	2018/2/2	5372.25	
	223xxx	2656xxx	2018/2/2	5367.00	有
	222xxx	2658xxx	2018/2/21	2691.75	
	227xxx	2658xxx	2018/6/13	2685.52	有
	227xxx	2659xxx	2018/6/26	2757.25	有
	224xxx	2662xxx	2018/7/5	2224.25	
	227xxx	2660xxx	2018/7/6	2524.25	
	225xxx	2660xxx	2018/7/6	2520.50	
	221xxx	2658xxx	2018/7/6	2515.00	
	223xxx	2659xxx	2018/7/6	1977.80	
	220xxx	2660xxx	2018/9/4	1075.75	

附錄5、MAXENT環境因子圖層產生方法。

建立石虎分布預測模型所採用的環境因子包括地形、森林覆蓋率、土地利用、村里人口、道路系統等5類，共41個圖層；所有輸入圖層的像元解析為90公尺。產製各項環境因子圖層的原始資料來源及計算方法，分別詳述如下：

1. 地形

SRTM 數值地形模型原始影像(ASTER GDEM 第二版為基礎數位高程圖層，下載來源：中 央研究院人社中心 地理資訊科學專題，http://gis.rchss.sinica.edu.tw/qgis/?p=1619)，像元解析約 28.8 公尺；採用最近臨域法(nearest neighbor) 重新取樣產生 90 公尺像元解析 的數值地形模型(DTM)，並以此圖層為基礎計算 3x3 和 9x9 網格範圍的海拔最高值、平均落差、標準偏差、坡度平均值與標準偏差，及至溪流距離、半徑 500 和 1000 公尺範圍內的溪流密度與稜線密度

圖層	產生方法
alt_max33.asc alt_max99.asc	3x3與9x9網格範圍最高海拔 將90公尺解析的DTM分別採用3x3與9x9網格moving window取最大值計算產生圖層。
alt_mean33.asc alt_mean99.asc	3x3與9x9網格範圍平均海拔 將90公尺解析的DTM分別採用3x3與9x9網格moving window取平均值計算產生圖層。
alt_range33.asc alt_range99.asc	3x3與9x9網格範圍海拔落差 將90公尺解析的DTM分別採用3x3與9x9網格moving window取值域(range)計算產生圖層。
alt_std33.asc alt_std99.asc	3x3與9x9網格範圍海拔標準偏差 將90公尺解析的DTM分別採用3x3與9x9網格moving window取標準偏差計算產生圖層。
slope_percent.asc	坡度百分比 以90公尺解析的DTM計算產生坡度百分比(slope percent)圖

	層。
slope_mean33.asc slope_mean99.asc	3x3與9x9網格範圍坡度平均值 將坡度百分比圖層分別採用3x3與9x9網格moving window取平均值計算產生圖層。
slope_std33.asc slope_std99.asc	3x3與9x9網格範圍坡度標準偏差 將坡度百分比圖層分別採用3x3與9x9網格moving window取標準偏差計算產生圖層。
slope_cv33.asc slope_cv99.asc	3x3與9x9網格範圍坡度變異係數 將3x3與9x9網格範圍坡度標準偏差分別除以3x3與9x9網格範圍坡度平均值計算產生圖層。
stream_eudis.asc	至溪流直線距離 由DTM計算至溪流距離必須先計算產生溪流向量圖層，其計算步驟如下： a)採用fill function產生修補(fill sinks and remove peaks)DTM圖層(fill_dtm)； b)以修補DTM 圖層(fill_dtm)採用flow direction function計算輸出流向圖層(flow_dir)； c)以流向圖層(flow_dir)採用flow accumulation function計算流入每個網格的上坡網格數，輸出匯流圖層(flow_acc)； d)以匯流圖層(flow_acc)為輸入圖層，設定數值大於或等於25的匯流網格(上坡面積大於或等於20.25公頃)形成水系支流(stream_net)； e)以stream_net為輸入圖層，採用Stralher方法決定水系支流級數，建立水系網路圖層(stream) f)將stream網格圖層轉換為簡化向量(simplified vector)shp溪流網路圖層； g)以溪流網路向量圖層計算任何一點至最近溪流的直線距

	離(Euclidean distance)；輸出網格像元解析為90公尺。
streamden500.asc streamden1000.asc	半徑500與1000公尺範圍溪流密度 以溪流網路向量圖層，分別計算以每個網格為圓心，半徑500和1000公尺範圍內，每個網格每平方公里的溪流長度(公里)；輸出網格及涵蓋範圍鎖定對齊DTM圖層，像元解析為90公尺。
ridgeden500.asc ridgeden1000.asc	半徑500與1000公尺範圍稜線密度 由DTM計算稜線密度必須先產生稜線向量圖層，其計算步驟類似產生溪流圖層，描述如下： a)採用fill function產生修補(fill sinks and remove peaks)DTM圖層(fill_dtm)； b)以修補DTM 圖層(fill_dtm)乘以-1，產生反向修補DTM(filldem_neg) c)以反向修補DTM(filldem_neg)，採用flow direction function，並強制所有相鄰網格向外溢流，計算輸出外溢流向圖層(flowdir_out)； d)以外溢流向圖層(flowdir_out)採用flow accumulation function計算流入每個網格的上坡網格數，輸出整數值匯流圖層(flow_acc)； e)以匯流圖層(flow_acc)為輸入圖層，設定數值大於或等於25的匯流網格(上坡面積大於或等於20.25公頃)形成水系支流(stream_net)； f)以stream_net為輸入圖層，採用Stralher方法決定水系支流級數，建立水系網路(憶及稜線)圖層(ridge)； g)將ridge網格圖層轉換為簡化向量(simplified vector)shp稜線網路圖層； h)以稜線網路向量圖層，分別計算以每個網格為圓心，半

	徑500和1000公尺範圍內，每個網格每平方公里的稜線長度(公里)；輸出網格及涵蓋範圍鎖定對齊DTM圖層，像元解析為90公尺。

2. 森林覆蓋率

森林覆蓋原始資料為 Hannsen 2014 全球森林覆蓋資料(Hansen et al. 2013)，擷取涵蓋台灣的部分，座標轉換為 TWD92 二度分帶投影座標系統後，像元解析約 28 公尺，原本的像元數值代表網格中的森林覆蓋率。經 3x3 網格 moving window 取平均值，以最近臨域法(nearest neighbor)重新取樣為像元解析 90 公尺，網格及涵蓋範圍鎖定對齊 90 公尺 DTM 的影像圖層，做為產生以下圖層的輸入資料。

圖層	產生方法
fc_mean33.asc fc_mean99.asc	3x3與9x9網格範圍森林覆蓋率平均值 以重新取樣為像元解析90公尺的森林覆率圖層，分別採用3x3與9x9網格moving window取平均值計算產生圖層。
fc_std33.asc fc_std99.asc	3x3與9x9網格範圍森林覆蓋率標準偏差 以重新取樣為像元解析90公尺的森林覆率圖層，分別採用3x3與9x9網格moving window取標準偏差計算產生圖層。

3. 土地利用

土地利用圖層原始資料為 2012 年發布的全國第二次土地利用調查資料向量圖層，經網格化轉換為像元解析 28 公尺的影像圖層，再將此影像圖層依各土地利用類型重新編碼(recode)分別萃取出天然林(natural forest, nf)、人工與次生林(plantation and secondary forest, psf)、竹林(bamboo forest, bf)、農地(agricultural land, agr)、草地灌叢(grass and bush land, gs)，建築物等六種類別圖層；其中，建築物圖層包含原本土地利用分類第一級代碼 05 與 06、第三級代碼 070101-070103 與 070202、070203 各類利用型。各圖層中的像元數值為 1 者，表示該

像元為此類土地利用類型，為 0 者，則為非此土地利用類型。這幾類圖層，再採用 Aggregate function，以 3 倍像元總和(sum)計算，並鎖定對齊 90 公尺像元解析的 DTM 圖層網格和涵蓋範圍，重新取樣為像元解析 90 公尺的各類土地利用型圖層；像元數值最大值為 9，表示像元完全為此類土地利用型覆蓋，最小值為 0，表示像元完全無此類土地利用行覆蓋。這些 90 公尺像元解析的土地利用型圖層將用以計算以下圖層。

圖層	產生方法
l1_nf_sum33.asc l1_nf_sum99.asc	3x3與9x9網格範圍天然林總像元數 以90公尺像元解析的天然林圖層分別採用3x3與9x9網格moving window取總和(sum)計算產生圖層；3x3網格圖層的像元數值最大值為81，最小值為0；9x9網格圖層的像元數值最大值為729，最小值為0。
l2_psf_sum33.asc l2_psf_sum99.asc	3x3與9x9網格範圍人工與次生林總像元數 以90公尺像元解析的人工與次生林圖層分別採用3x3與9x9網格moving window取總和(sum)計算產生圖層；3x3網格圖層的像元數值最大值為81，最小值為0；9x9網格圖層的像元數值最大值為729，最小值為0。
l3_bf_sum33.asc l3_bf_sum99.asc	3x3與9x9網格範圍竹林總像元數 以90公尺像元解析的竹林圖層分別採用3x3與9x9網格moving window取總和(sum)計算產生圖層；3x3網格圖層的像元數值最大值為81，最小值為0；9x9網格圖層的像元數值最大值為729，最小值為0。
l4_agr_sum33.asc l4_agr_sum99.asc	3x3與9x9網格範圍農地總像元數 以90公尺像元解析的農地圖層分別採用3x3與9x9網格moving window取總和(sum)計算產生圖層；3x3網格圖層的像元數值最大值為81，最小值為0；9x9網格圖層的像元數值最大值為729，最小值為0。

l5_gs_sum33.asc l5_gs_sum99.asc	3x3與9x9網格範圍草地灌叢總像元數 以90公尺像元解析的草地灌叢圖層分別採用3x3與9x9網格moving window取總和(sum)計算產生圖層；3x3網格圖層的像元數值最大值為81，最小值為0；9x9網格圖層的像元數值最大值為729，最小值為0。
l6 _bld_sum33.asc l6 _bld_sum99.asc	以 90 公尺像元解析的建築區圖層分別採用 3x3 與 9x9 網格 moving window 取總和(sum)計算產生圖層；3x3 網格圖層的像元數值 最大為 81，最小值為 0；9x9 網格圖層的像元數值最大為 729，最小值為 0。

4. 村里人口密度

村里人口密採用交通部數值路網圖的界向量層，及內政統計 資料算各村里人密度 (人數 /平方公里)屬性資料，再將村里界圖層和人口密度資料網格化為像元 90 公尺解析的影像圖層，輸出網格和範圍鎖定對齊 90m 網格 DTM 圖層

圖層	產生方法
pop_den33mean.asc pop_den99mean.asc	3x3與9x9網格範圍村里人口密度 以90公尺像元解析的村里人口密度影像圖層，分別採用3x3與9x9網格moving window取平均值計算產生圖層。

5. 道路系統

道路系統原始資料採用交通部運輸研究所之台灣數值網向量圖層，將國、快速路、省道縣陸網合併為一向量圖層(road12.shp)，此圖層再合併鄉道和產業路形成 另一向量圖層 (road14.shp)。

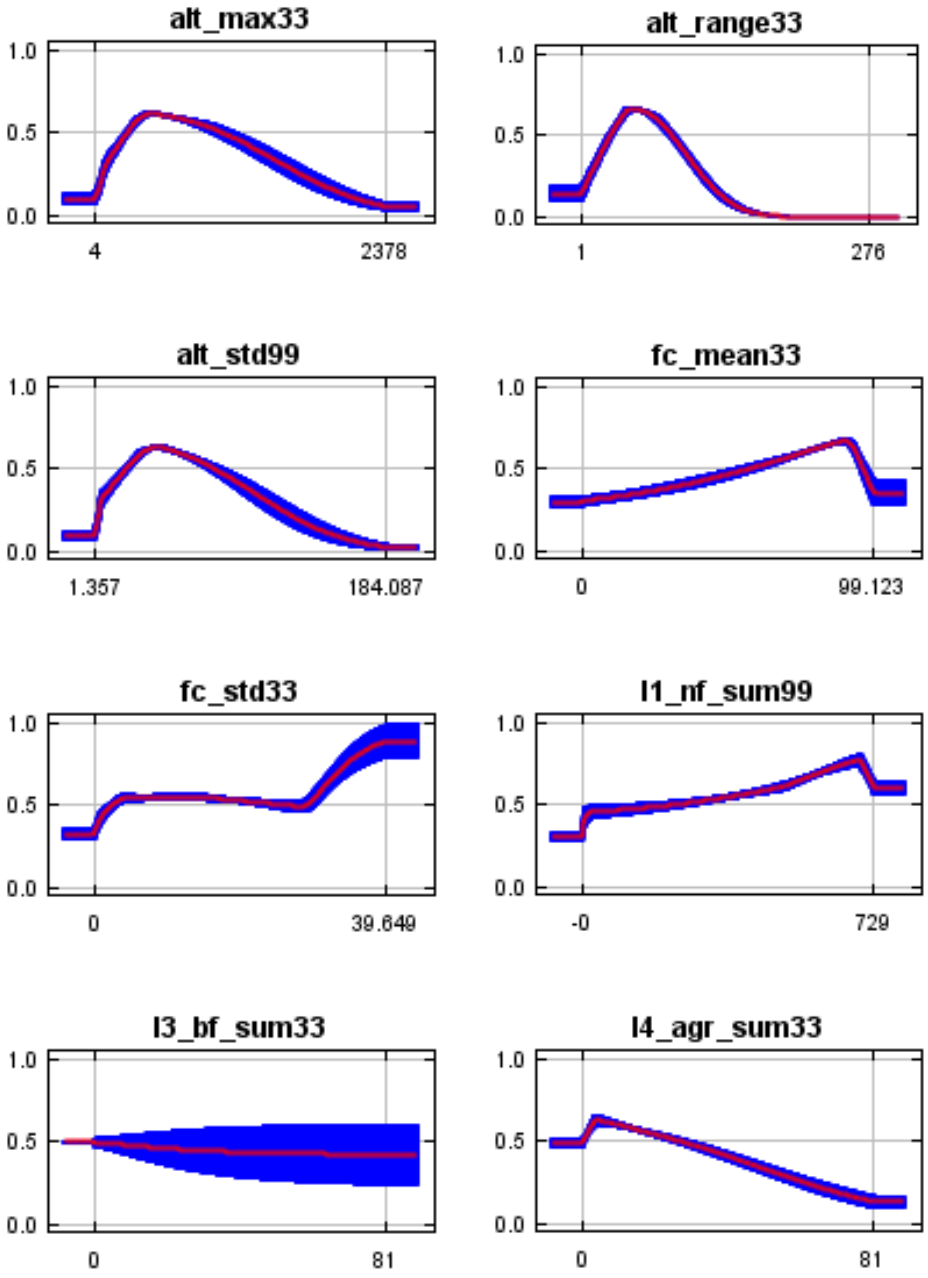
圖層	產生方法
road14_eudis.asc	至國道、快速道路、省道、縣道、鄉道、產業道路直線距離 以國道、快速道路、省道、縣道、鄉道和產業道路陸網

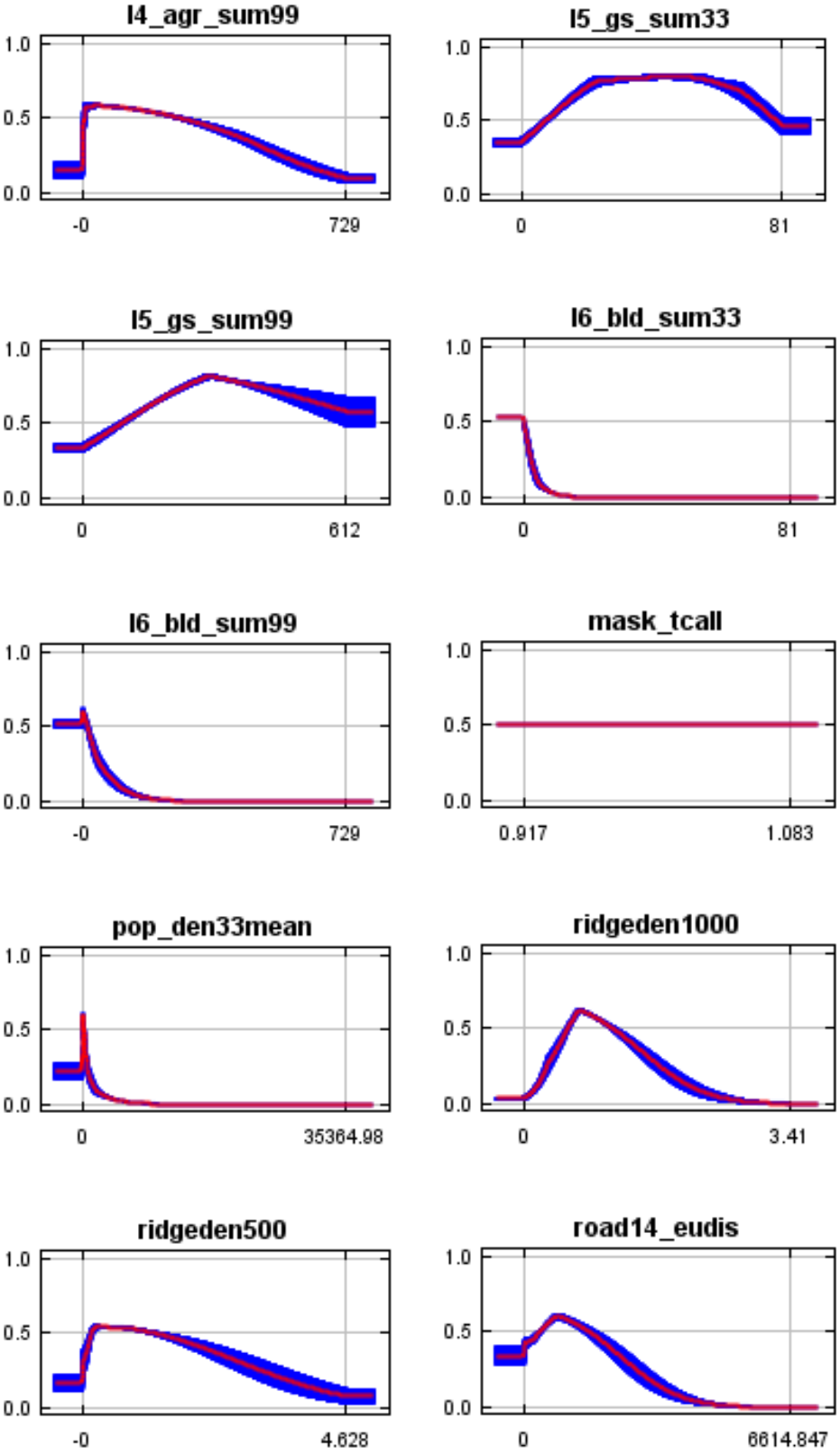
	路向量圖層計算任何一點至最近道路的直線距離(Euclidean distance)，輸出網格及涵蓋範圍鎖定對齊DTM圖層，像元解析為90公尺。
road14den500.asc road14den1000.asc	半徑500與1000公尺範圍國道、快速道路、省道、縣道、鄉道、產業道路密度 以國道、快速道路、省道、縣道、鄉道和產業道路陸網路向量圖層，分別計算以每個網格為圓心，半徑500和1000公尺範圍內每平方公里的道路長度(公里)；輸出網格及涵蓋範圍鎖定對齊DTM圖層，像元解析為90公尺。

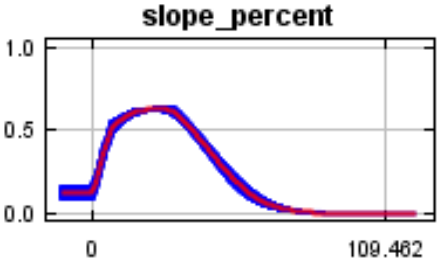
附錄 6、MAXENT 分析之因子貢獻度。

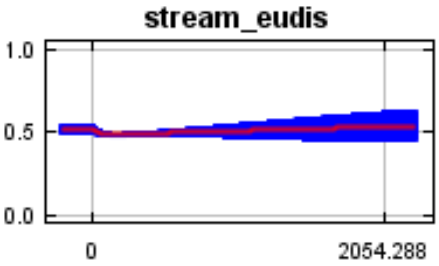
Variable	Percent contribution	Permutation importance
l6_bld_sum33	38.6	50.5
slope_percent	9	2.8
l5_gs_sum33	7.6	1
l5_gs_sum99	5.8	5.5
l4_agr_sum99	5	2.5
l4_agr_sum33	4.9	6.1
alt_max33	4.2	2.8
road14_eudis	3.5	2.8
l6_bld_sum99	3.5	3.6
l1_nf_sum99	3.3	1.4
ridgeden500	2.9	2.9
alt_range33	2.4	7.4
streamden1000	2	2.2
fc_mean33	2	3
pop_den33mean	1.8	0.3
ridgeden1000	1.7	2.8
fc_std33	1.4	1.1
l3_bf_sum33	0.2	0.5
stream_eudis	0.2	0.3
alt_std99	0.1	0.4
mask_tcall	0	0

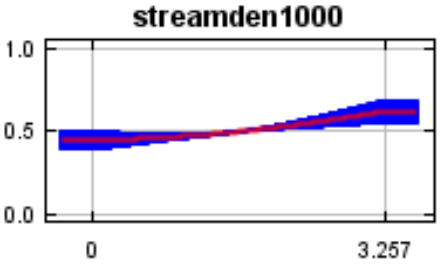
附錄7、MAXENT分析之因子反應曲線（Response Curve），僅單獨包含該因子之MAXENT模式預測機率（紅色為平均值，藍色範圍為正負1標準差）。




l4_agr_sum99
1.0
0.5
0.0
-0
729
l5_gs_sum33
1.0
0.5
0.0
0
81
l5_gs_sum99
1.0
0.5
0.0
0
612
l6_bld_sum33
1.0
0.5
0.0
0
81
l6_bld_sum99
1.0
0.5
0.0
-0
729
mask_tcall
1.0
0.5
0.0
0.917
1.083
pop_den33mean
1.0
0.5
0.0
0
35364.98
ridgeden1000
1.0
0.5
0.0
0
3.41
ridgeden500
1.0
0.5
0.0
-0
4.628
road14_eudis
1.0
0.5
0.0
0
6614.847


slope_percent
1.0
0.5
0.0
0
109.462


stream_eudis
1.0
0.5
0.0
0
2054.288


streamden1000
1.0
0.5
0.0
0
3.257

附錄 8、「107 年度台中地區石虎族群調查及石虎重要棲地與廊道改善」計畫期初報告審查會議廠商回覆意見對照表。

各單位代表	意見	意見回覆
邱委員淑敏	1. 本年度計畫延續前 2 年的石虎調查計畫，本次計畫是否可完成台中市全區之石虎調查。 2. 執行單位所需之各級道路和其附屬構造物、溪流與圳排等相關資料與圖層資料，請業務單位協助向本府水利局、建設局與交通局聯繫。 3. 工作計劃書內請文字修正將集集特有生物研究中心，更正為行政院農業委員會特有生物保育研究中心。 4. 台中市石虎廊道與南投縣集集、中寮地區之間的連結程度是否緊密。 5. 近來瑞芳猴硐出現貓瘟，貓瘟是否有可能傳播至石虎。	1. 本年度調查完畢就可完成台中市全區的石虎調查。 2. 遵照辦理。 3. 已修正（p2）。 4. 根據台中市第一二年的調查結果顯示台中與南投間的族群交流廊道可能為二，一是直接在新社區往南到南投縣，二是經由太平區到霧峰區後向東南經由九九峰到南投縣或於霧峰區最南端跨越烏溪到南投縣，然而，目前南投縣區內此兩個區域的石虎族群分布狀況不佳或缺少資料，已知行政院農業委員會特有生物保育研究中心目前正進行該區域之調查，有待後續資料補充以釐清此區域的石虎族群連結程度。 5. 敬悉，貓泛白血球缺乏症（FeLV，又稱貓瘟或貓傳染性腸炎）是由貓小病毒

		(Feline Parvovirus)所引起的傳染病，能傳染給所有貓科及浣熊科的動物，因此，有可能傳播給石虎。另外，路殺的石虎個體有感染犬小病的案例，因此，無論犬、貓疾病都對石虎個體與族群有所威脅。
陳委員彥君	1. 目前大面積的生態調查已愈來愈少，肯定市府與研究團隊願意投入經費與努力進行調查。延續前2年的石虎調查計畫，台中市石虎生態調查完整，未來相當具參考價值。 2. 建議多利用想像力於改善廊道設施規劃，設計兼顧動物利用、美化市容與民眾使用等多元功能之設施。 3. 近年研究得知路殺死亡的石虎個體普遍感染來自犬隻的犬小病毒，推測犬小病毒增加石虎路殺的機率，目前貓瘟亦	1. 感謝委員肯定。 2. 謝謝委員建議，本計畫仍是前端的基礎調查和切割課題分類與優先性分級，也希望相關資訊能提供未來廊道設施規劃能兼顧動物利用功能性和美化市容與民眾使用的多元功能。 3. 謝謝委員意見。

	可能威脅石虎，流浪犬貓的控制勢在必行，以避免影響石虎與其他以生動物，政府應予以重視。	
林委員育秀	1. 建議於前言第一段提及彰化和嘉義的新紀錄，也可增加新竹於 2018 年 12 月 18 日的新紀錄，為中套索的救傷個體。 2. 前言第二段提及危害防治是否指「雞舍」危害防治，如是可加註「雞舍」兩字較為明確，另建議可將太平雞舍案例（2018 年 3 月）列入前言描述，且於此報告統整台中市轄內過往非調查的相關資料（如救傷或路殺），供未來保育相關單位或有興趣了解台中地區石虎之民眾參考。	1. 感謝委員意見，已補充（p1）。 2. 感謝委員意見，已補充（p1-2）。
東勢林區管理處	1. 台中市西部地區的棲地範圍離市區接近，相較於東部地區其棲地更為破碎，受人為影響較	1. 感謝建議。 2. 感謝指教，後續將提供潛在切割課題分類和分級說明。

	深，未來規劃廊道或棲地營造時，規劃相關其他配套措施並與當地公所協調。 2. 關於潛在切割課題分類與優先性分級，建議未來可提供分類標準。	
南投林區管理處	請說明簡報中提到「推動友善環境農作及社區參與保育」、減緩、解決流浪犬問題，是否為本計畫執行規劃內容及如何操作。	敬悉，簡報中所提「推動友善環境農作及社區參與保育」、減緩、解決流浪犬問題為第二年計畫期末報告中依據調查結果，提供台中市府之改善意見，並非本計畫執行項目與內容。
台中市政府水利局	1. 建議於工程規畫初期提出友善石虎之專業建議，俾利於工程設計時納入配合。 2. 請說明所需交通水利設施管理系統圖臺查詢之具體項目。	1. 本計畫工作內容不含工程規劃，若水利局相關工程規劃擬納入友善石虎設計考量，協會樂於提供友善石虎專業建議。 2. 感謝協助。查詢項目已說明，後續將聯繫相關單位請求協助。

附錄 9、「107 年度台中地區石虎族群調查及石虎重要棲地與廊道改善」計畫期中報告審查會議廠商回覆意見對照表。

各單位代表	意見	意見回覆
邱委員淑敏	1. 報告內敘述「臺」或「台」中市、「記」或「紀」錄，用字應予統一。 2. 報告內第 10 頁之部分文句較長，建議再予調整以利閱讀。 3. 未來報告內對石虎重要棲地與廊道改善建議，請提供詳細說明，以利相關工程單位了解參考利用。 4. 石虎於河川附近出現，是否與河川附近人為活動影響較多或石虎來源相關？ 5. 建議於報告內提出生態回饋方案，未來若有土地因保育石虎需降低開發程度，可供土地規劃單位作為回饋土地所有權人參考。	1. 感謝指教，修訂報告統一使用「台」中市，另「記錄」為動詞，「紀錄」為名詞，已修訂正確用法。 2. 感謝指教，已調整文句。 3. 期末報告會針對切割課題提出改善建議，並整理國內外相關改善案例提供工程單位參考。 4. 過去對於石虎的調查研究多偏向山區丘陵地，近兩年才逐漸關注到河川地的調查，也逐漸收集到石虎在河川地的出現紀錄。由於河川地可以提供石虎包括棲地和廊道的需求，高灘地和濱溪植被環境有豐富的小型哺乳動物如鼬鼬、鼠類和台灣野兔，也有地棲鳥類、兩棲爬蟲和昆蟲等石虎的食物，部分區域平時人為活動和干擾極少，因此成為石虎可利用之棲地包括覓食、移動

		和育幼，而連續的河川地可能串連很多破碎的森林區塊，則會扮演重要的廊道角色。 5. 將於期末報告提出相關建議。
陳委員彥君	1. 第 19 頁表 1 的最後一列「林三趾鶉」，是否應為棕三趾鶉？若依內文所述應該是棕三趾鶉。 2. 第 20 頁第 9、10 行「台中西部…沒有食蟹獴此物種的紀錄，…」若對照表 2 資料東西部比較結果，台中西部也沒有麝香貓，因此前述敘述是否應改為「台中西部…沒有食蟹獴與麝香貓兩種物種的紀錄，…」。 3. 第 24 頁圖 9，以紅圈黑點代表石虎出現樣點，但是該地圖行政區(如和美鎮、龍井區、梧棲區..)也標示了類似的帶紅圈黑點，兩者容易混淆，建議行政區僅以文字表示，不要畫圈點，才不會造成干	1. 感謝指教，表 1 應為棕三趾鶉，已修正。 2. 感謝指教，已修改。 3. 由於地圖行政區的戴紅圈黑點為 google 地圖內設符號，因此，將石虎出現點位的符號改為黃色（p24）。 4. 感謝指教，已修改。 5. 感謝指教，將於期末報告討論並提出建議。

	擾。 4. 第 57 頁附錄 3，倒數第 4 行，灰頭鷦鶯鶯為扇尾鶯科。 5. 石虎棲地與廊道的改善為本項研究計畫主要目標之一，由於調查結果顯示台中地區各類棲地中有大量出沒的犬貓，對於本地石虎與各種野生動物都造成很大的威脅，過多的犬貓已經為棲地環境惡化的重要原因，危害絕不亞於各種棲地切割因素，建議報告中亦需要專章討論此項危害因子(棲地犬貓過多)的改善之道，研議減少犬貓數量的可行策略與方法，並做出建議。	
林委員育秀	1. 近年已經從多個案例和這個報告都顯示河川對石虎來說極為重要，建議河川局在未來的河川情勢調查中，納入自動相機監測工作，對於後續的相關疏濬工程或其他規劃也能有更全面的背景資料可以參	1. 感謝指教，本計畫目前成果已確認河川在石虎的棲地和廊道上應扮演著重要角色，建議相關單位可加強河川的自動相機監測。

	考。	
經濟部水利署第三河川局	1. 請提供石虎於河川地活動之原因說明。 2. 石虎於河川地活動，乾季尚且適宜，若於汛期是否有風險。 3. 請具體說明工程如何規畫可對石虎保育有助益。	1. 目前對於石虎利用河川地的研究資料仍極為不足，現有資料顯示河川地可以提供石虎包括棲地和廊道的需求，高灘地和濱溪植被環境有豐富的小型哺乳動物如鼩鼱、鼠類和台灣野兔，也有地棲鳥類、兩棲爬蟲和昆蟲等石虎的食物，部分區域平時人為活動和干擾極少，因此成為石虎可利用之棲地包括覓食、移動和育幼，而連續的河川地可能串連很多破碎的森林區塊，則會扮演重要的廊道角色。 2. 石虎活動能力強且有游泳渡河的能力，一般情況下石虎於汛期棲地不適合利用前應會移動到安全的區域，因此風險應該不高。但現況可能會因各類工程或不友善的構造物設計造成石虎的移動困難，或是必須進入不適合的棲地，此時對石虎來說各類風險

		均會增加。 3. 近年的石虎研究發現河川有重要的棲地和廊道功能，因此建議河川內和周邊包含防汛道路的工程均應在可行性、規劃設計、施工和維管階段均應將石虎及其他動植物的棲地和廊道保全納入考量，除釐清工程必要性外，應研擬迴避、縮小、減輕、補償等對策在工程各階段將棲地和廊道的影響減至最低。
行政院農委會林務局東勢林區管理處	1. 建議套疊石虎與其他動物出現位置圖，並討論動物分布之間是否有相互關係。 2. 請提供業務單位解決流浪犬貓對於石虎生存威脅之辦法。 3. 請問石虎如何利用河川地，未來是否考量以紅外線追蹤進行個體研究。 4. 報告是否會分別探討生態廊道切割與路殺之改善建議。	1. 由於各物種出現點位均為自動相機點位，因此多個物種套疊在一張圖不易閱讀，另外目前資料仍少，應不足以直接由套疊圖面判斷不同物種分布的相互關係。 2. 106 年度台中地區石虎族群調查及保育計畫期末報告有提供相關建議（陳美汀和姜博仁 2018），也將於本年度計畫期末報告進一步討論並提出建議。

		3. 由於自動相機本身架設條件之限制，目前所拍攝到的石虎紀錄僅能提供石虎出現於長草地或灌叢疏林等有植物地被的棲地環境，根據其他所拍攝到的動物種類多為小型哺乳動物和鳥類，以及此類棲地也會有豐富的兩棲爬蟲和昆蟲，可判斷石虎可在此類環境覓食。另外，過去也有在河川地拍攝到母石虎帶小石虎之紀錄，因此，河川地應該也是石虎育幼的棲地。為深入了解石虎在河川地的生態利用情形，確實有賴於無線電追蹤研究，也希望台中市府後續能支持河川地的石虎無線電追蹤研究。 4. 廊道切割與路殺課題互有影響，除不易釐清外，也會造成風險與熱點評估上的困難，本計畫期末報告會針對研究結果分析討論廊道切割與路殺課題和提出改善建議。

台中市大甲區公所	1. 報告中提到大甲附近有石虎出現紀錄，請問分布於大甲之石虎數量？ 2. 請問石虎是否由火炎山附近移動過來？	1. 本計畫劃設網格進行自動相機調查的方式僅能了解石虎族群的分布與相對豐度，並無法確認石虎數量。 2. 靠近火炎山的大安溪南岸樣點有很高的出現頻率，確實有可能是由火炎山附近移動過來，而目前的資料也確實令研究人員思考石虎是有可能利用大甲溪和大安溪於苗栗和台中市之間移動。但因本計畫調查方式（紅外線自動相機）無法確認石虎移動路徑，移動路徑需要針對個體捕捉配戴發報器進行追蹤，因此，有賴無線電追蹤研究提供科學證據。
台中市政府動物保護防疫處	1. 因鼬獾可能感染狂犬病，想了解海線區域鼬獾分布及離人居住區之遠近。	1. 根據過去淺山地區的鼬獾相關研究，台中西部地區的自然環境確實較不利於鼬獾的棲息，本計畫目前資料也顯示鼬獾在此區域的分布零星且出現頻率偏低，而且在人類居住活動

		較少的區域。同時，鼬獾的分布零星且低出現頻率也不利於傳染病之傳播。

附錄 10、「107 年度台中地區石虎族群調查及石虎重要棲地與廊道改善」計畫期末報告審查會議廠商回覆意見對照表。

各單位代表	意見	意見回覆
陳委員彥君	1. 臺中近年投入相當多的經費進行石虎族群研究調查，相較全臺其它縣市相當完整值得鼓勵，未來可做為保育政策擬定的重要參考。 2. 本報告研究結果推測流浪犬隻的氾濫造成石虎及野生動物很大的威脅，如大肚山王田地區具有良好的棲地條件，卻沒有發現石虎，反而存在大量的犬隻，若不加以控制的話，再如何努力保護野生動物，都會遭遇很大的困難。 3. 本研究評估石虎在棲地遇到的通行障礙非常有趣，未來可評估將相關內容開發遊戲或科普書。	1. 感謝委員肯定 2. 誠如委員提出，本研究有提出流浪犬隻問題，也提出相關建議。 3. 感謝委員建議。
陳委員英琮	1. 是否可提供石虎熱區之行政區位置精簡版圖片，以利相關單位快速了解與參考。 2. 是否可提供學校教育宣導	1. 感謝委員建議。已補充石虎出現點位和石虎核心棲地和潛在廊道相對應的行政區里於表 4（p27）。 2. 感謝委員建議，可由教育

	資料，作成教案供學校與行政單位參考。	局提出需要哪些資料，本協會會儘量配合整理並提供相關資料，以利學校推廣和教案使用。
邱委員淑敏	1. 石虎棲地與農業區重疊，是否可提供友善石虎的農業設施設置相關建議? 2. 石虎保育的推廣相教育相當重要，希望未來相關單位在經費上給予更多支持。	1. 感謝委員意見，已補充（p108）。 2. 謝謝委員建議。
經濟部水利署第三河川局(書面意見)	1. 本案後續分析執行之臺中地區石虎族群的重要棲地、生態廊道區位相關成果資料，請再提供予本局參考。	1. 感謝貴局對於石虎棲地的重視，本協會將行文提供相關資料。
行政院農委會林務局新竹林區管理處	1. 民眾態度對於石虎保育有相關直接的關係，目前本處觀察到苗栗民眾對石虎之態度較不友善，請問研究團隊於調查期間觀察到臺中民眾對石虎之態度為何? 2. 十多年前特有生物保育中心的調查中，大肚山週邊的龍井、梧棲及南屯等區域有石虎出現記錄，但本	1. 敬悉，根據研究團隊在台中地區進行 3 年的石虎族群調查期間的觀察和經驗，台中地區民眾對於石虎的態度較為友善，雖然，部分居民對於少數野生動物物種例如台灣野豬和台灣獼猴，觀感較差，主要是農作危害問題所致，但是，台中地區少有石虎危害雞舍問題，因

	調查卻於剩北端的大甲溪與南端大安溪河岸調查到石虎，大肚山石虎族群的消失可能的原因為何?是否因流浪犬貓佔據棲地所造成。 3. 請問大安溪與大甲溪間是否可能設置樣點，以觀察石虎是否有利用大甲與外埔等地區遷徙之情形。	此，居民態度相對友善。 2. 敬悉，目前可得近十年來台中西部石虎的紀錄，包括在台中西部地區僅在2003 年有一筆大肚山區（龍井）石虎誤中獸夾的救傷紀錄，以及外埔和神岡各有一筆路殺紀錄。根據目前資料判斷台中西部地區的石虎族群在近十幾年應該就急遽減少，至於減少原因，因過去資料有限，無法確認，判斷可能與當地開發導致棲地面積減少和破碎化，以及開發引入的各種威脅，包括棲地品質下降和犬貓數量增加等威脅都有關。 3. 由於計畫人力和經費有限，本計畫優先選擇較適合石虎的方格進行調查，大甲溪和大安溪間的地區，多為平坦的農墾和聚落，不僅不利於石虎活動也不利於自動相機架設。此區域內石虎棲息活動仍需要的林地相對很少，僅

		有狹窄的綠籬廊道，後續確實可考慮在綠籬帶架設相機，以釐清石虎是否利用此區擴散遷移，但架設的工作時可能需要很長。另一個可行的方法是無線電追蹤研究。
行政院農委會林務局東勢林區管理處(書面意見)	1. 第 14 頁的內容應屬於研究方法的部分，建議可將此部分的內容前移。 2. 因林務局對於犬貓的影響相當重視，建議市府未來能針對研究結果，對相關單位提出解決建議。 3. 針對第 53 頁提到草生地與森林覆蓋度到一定程度後，石虎的出現機率反而會降低，請問是否能提供更為具體的面積，可作為未來棲地營造或改善之參考。	1. 謝謝委員建議，已修改（p5 和 p14）。 2. 謝謝委員建議。 3. 敬悉，MAXENT 分析之因子反應曲線是提供在其他因子平均值下此因子的趨勢，無法提供具體的數值。
行政院農委會林務局南投林區管理處	1. 有關友善石虎之生態廊道改善工程建議，是否有評估工程可行性與協助石虎之改善程度分析? 2. 推廣友善石虎耕作前，應該先調查當地民眾意願再	1. 敬悉，本計畫分析石虎廊道切割課題，針對不同類型的課題提出改善建議，其中如連續紐澤西護欄和圍網等構造設施物造成的切割課題屬於較單純的形

	加以宣導，以利相關措施推動。	式改善或移除工作，本計畫有整理國內相關案例於報告內供參，也提出後續成效監測和維管建議。另外針對兩處有較高潛在路殺風險的路段，本計畫除構造物改善建議外，亦有提出可能的動物通道改善方向，但實際可行性與適合的規劃仍需再另行調查評估。 2. 感謝委員意見。
臺中市大甲區公所	1. 若石虎出沒於河床地之習性，近期河床整治，若有石虎棲地是否有相關防範措施?	1. 謝謝指教，本執行單位會提供石虎出現點位座標給市府林務自然保育科，由市府提供成果報告給相關單位。
臺中市政府動物保護防疫處	1. 是否可提供石虎出現熱區且流浪犬隻多的交疊區域資料，以供推行結紮絕育之參考。	1. 感謝貴處對於石虎棲地的流浪犬問題的重視，本協會將行文提供犬隻出現的點位座標和出現頻率相關資料。

附錄 10、彩色附圖

大安溪河床相機樣點拍攝到的石虎

烏溪河床相機樣點拍攝到的石虎

白鼻心是台中西部分布最普遍的食肉目動物

台中西部較常在白天拍攝到鼠類活動

河床地較常拍攝到的台灣野兔

自動相機拍攝到跟在牛群後面的黃頭鷺