

「苗栗縣大尺度之路殺風險評估」

暨「縣道 140 改善建議分析」

結案報告

執行單位 : 野聲環境生態顧問有限公司

負責人 : 姜博仁

計畫主持人 : 姜博仁

研究人員 : 曾建偉、王逸峰、王玉婷

中華民國 108 年 6 月 28 日

目 錄

圖 目 錄	IV
表 目 錄	VIII
摘 要	IX
一、 前言	1
二、 計畫目標	3
(一) 苗栗縣大尺度之路殺風險評估	3
(二) 縣道 140 改善建議分析	3
三、 實施地點	4
四、 方法	6
(一) 樣點勘查、相機架設和資料收集	6
1. 路殺記錄收集	6
2. 路殺現場勘查	6
3. 路殺點環境因子量測與分析	7
4. 自動照相機調查與分析	7
(二) 苗栗縣大尺度路殺風險分析	8
1. 路殺群聚效應分析及線性熱區圖繪製	8
2. 路殺地點分布模式 MAXENT 分析	9

(三) 路殺改善建議分析	11
1. 自動照相機調查	11
2. 路殺改善建議	11
五、 結果與討論	15
(一) 路殺紀錄	15
(二) 路殺地點環境與道路結構分析	22
(三) 苗栗縣路殺大尺度路殺風險評估	25
1. 苗栗縣路殺分布位置與熱區分析	25
2. 路殺風險大尺度分析	31
(四) 路殺地點現勘、自動相機監測與改善建議	41
1. 路殺現場勘驗及自動相機架設概況	41
2. 縣道 140 火炎山隧道段	42
3. 縣道 140 卓蘭段	48
4. 縣道 128	58
5. 苗 29 鄉道	69
6. 苗 8 鄉道、苗 14 鄉道與苗 52 鄉道	74
7. 其他零星路殺點現勘描述(附圖一)	79
(五) 石虎活動模式	80
六、 結論與建議事項	82

七、 參考文獻	86
附表一、全臺灣石虎路殺事件紀錄(2019 年 6 月 20 日止).....	90
附表二、自動相機監測樣點	97
附表三、縣道 140 火炎山隧道段自動相機監測樣點出現頻度指數	101
附表四、縣道 140 卓蘭段自動相機監測樣點出現頻度指數.....	107
附表五、縣道 128 自動相機監測樣點出現頻度指數	113
附表六、苗 29 鄉道自動相機監測樣點出現頻度指數	116
附表七、縣道 128、52、14 鄉縣道架設自動相機監測樣點出現頻度指數	121
附表八、期中報告審查意見與回覆	124
附表九、期末報告審查意見與回覆	128
附圖一、其他零星路殺點現勘照片集錦	132
附圖二、自動相機所拍攝影片集錦	133
附錄一、路殺點微環境因子測量方法	134

圖 目 錄

圖 1、苗栗縣大尺度之路殺風險評估實施位置圖，綠色線段為省鄉縣道，藍色為縣道 140。資料來源：改自 2015 年發佈之交通部數值路網圖層	4
圖 2、苗栗縣道 140 近卓蘭鎮 22.5KM~25KM 路段，黃點位置為路殺點，本路段累積 3 起路殺分別位於縣道 140 的 23.5KM(RK039)、24KM(RK074) 及 25KM(RK033)	5
圖 3、苗栗縣道 140 火炎山隧道路段，照片位置為路殺位址，該路段路殺位於火炎山隧道東出口(RK041)。	5
圖 4、各式路殺減緩設施(上圖)與光學警示設施架設方式(下圖).....	14
圖 5、石虎路殺事件統計圖(截至 2019.6.20)，N=77，分別是苗栗 56 筆、南投 13 筆、台中 6 筆、彰化 2 筆。	15
圖 6、全臺與苗栗縣石虎路殺記紀錄(統計至 2019/6/20)季分布圖，上為全臺記錄(N=77)；下為苗栗縣記錄(N=56)，依春(3-5 月)、夏(6-8 月)、秋(9-11 月)、冬(12-2 月)分類。	18
圖 7、全臺與苗栗縣石虎路殺紀錄(依性別)季分布圖 ，上為全臺記錄(N=53)、下為苗栗記錄(N=41)，依春(3-5 月)、夏(6-8 月)、秋(9-11 月)、冬(12-2 月)分類。	19
圖 8、全臺與苗栗縣石虎路殺紀錄(依年齡)季分布圖，上為全臺記錄(N=44)、下為苗栗縣記錄(N=33)，依春(3-5 月)、夏(6-8 月)、秋(9-11 月)、冬(12-2 月)分	

類。	20
 圖 9、全臺石虎路殺紀錄依年齡、性別、季節分布圖，上為全臺記錄(N=41)、下 為苗栗縣記錄(N=31)，依春(3-5 月)、夏(6-8 月)、秋(9-11 月)、冬(12-2 月)分 類。	21
 圖 10、路殺樣點環境因子主成分分析，以 PC1 和 PC2 繪製 BIPLT，LEVEL 表示道 路等級(1 是鄉道、2 是縣道、3 是省道)	24
 圖 11、苗栗縣石虎路殺分布(2011/11/6~2019/6/20 期間)，紅色線段為國道路 段，黃色為省縣鄉道	27
 圖 12、苗栗縣各路段石虎路殺統計圖(2011/11/6~2019/6/20 期間)，其中紅色區 域為高風險石虎路殺之鄉縣道	28
 圖 13、苗栗縣石虎路殺線性熱區聚集效應分析，數字為 2.5KM 半徑內涵蓋的路 殺點數量，色彩越紅代表路殺風險越高，藍色較低。	29
 圖 14、苗栗縣高風險石虎路殺聚集效應圖(鄉縣道底圖)，數字為 2.5KM 半徑內涵 蓋的路殺點數量，色彩越紅代表路殺風險越高，藍色較低。	30
 圖 15、執行 100 次 MAXENT，RECEIVER OPERATING CHARACTERISTIC (ROC)曲線	31
 圖 16、執行 100 次 MAXENT，預測之路殺風險(移除目前無石虎紀錄的竹南鎮 道路)，以 0~1 機率表示，紅色表示路殺機率最高(路殺統計期間 2011/11/6~2019/6/20)	32
 圖 17、執行 100 次 MAXENT，預測之路殺風險分成高風險(紅色)與低風險(黃	

色)(移除目前無石虎紀錄的竹南鎮道路).....	33
圖 18、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)。 CLOG_AVG 為石虎出現機率、COUNTYRD_DENSITY 為縣道密度、 HIGHWAY_DENSITY 為國道密度、POP_DEN33MEAN 為人口密度、 PROVINCERD_DENSITY 為省道密度、RIDGEDEN500 為稜線密度、ROAD_LEVEL2 為該網格最高等級道路、ROAD_MIAOLI 為限定預測範圍為道路之遮罩、 ROAD_WEIGHT LENG 為 4 個等級道路密度加權、STREAM_EUDIS 為最近溪流距 離、STREAMDEN500 為溪流密度、TOWNRD_DENSITY 為鄉道密度.....	36
圖 19、老庄溪三面光工法石虎無法穿越(上圖)，下游匯入大安溪則仍舊保有一 段自然溪流(下圖，取自 GOOGLE 街景)	38
圖 20、鯉魚潭、台 3 線、三面光老庄溪、縣道 140、大安溪、卓蘭市鎮可能形 成之漏斗效應與石虎路殺相對位置.....	39
圖 21、縣道 140 路殺熱區 MAXENT 預測之路殺風險.....	40
圖 22、紅外線自動相機監測架設點位分布圖。.....	41
圖 23、火炎山隧道自動相機、路殺分布圖.....	44
圖 24、火炎山隧道東口與西口之犬、貓與石虎 OI 值比較圖。.....	44
圖 25、火炎山歲隧道西側出口段改善建議圖。紅線為防護網建議設置範圍。黃 色粗箭頭為預設導引石虎穿越馬路動線。.....	46

圖 26、火炎山隧道東側出口段改善建議圖。紅線為防護網建議設置範圍。黃色粗箭頭為預設導引石虎穿越馬路動線。	46
圖 27、縣道 140_23.5K 旁溪床上之石虎排遺。	51
圖 28、縣道 140_25K 路旁堤防上之石虎排遺。	51
圖 29、縣道 140_20K 處架設之 MRK19 自動相機處環境照。左圖為整地前、右圖為整地後。	51
圖 30、縣道 140_29K 處(RK031 路殺點)之現場環境照。左圖為日間環境照、右圖為夜間環境照。	51
圖 31、縣道 140 卓蘭段之自動相機、路殺分布圖	52
圖 32、縣道 140 卓蘭段之石虎、犬與貓之 OI 值比較圖。	52
圖 33、縣道 140 之大安溪濕地公園段改善建議圖。紅線為防護網建議設置範圍。黃色粗箭頭為預設導引石虎穿越馬路動線。	54
圖 34、縣道 140 之 23 K~25 K 道路改善建議圖。	57
圖 35、縣道 128 各路殺點位現況照	61
圖 36、縣道 128 之路殺點與自動相機位置圖。	62
圖 37、縣道 128 之石虎、貓與犬隻 OI 值比較圖	62
圖 38、縣道 128 約 6K 處(RK001、RK002)路段改善示意圖。	64
圖 39、縣道 128 約 7.3K 處(RK019、RK061)路段改善示意圖。	65
圖 40、縣道 128 約 8.4K 處(RK037)路段改善示意圖。	66

圖 41、縣道 128 約 11.6K 處(RK025)路段改善示意圖。	67
圖 42、縣道 128 約 12.5K 處(RK072)路段改善示意圖。	68
圖 43、苗 29 自動相機點位及防護網與涵洞水閘門位置圖。	71
圖 44、苗 29 目前各項友善道路工程現場照片。	71
圖 45、苗 29 之石虎、貓與犬 OI 值比較圖。	72
圖 46、涵洞與水閘門環境需適度營造。圖左上為涵洞 A 北側出口外植被密布情形。圖左下為涵洞 A 內水質惡化情形。圖右為 2.5 K 水閘門南側出口之落差情形。	73
圖 47、苗 8、苗 14 與苗 52 各路殺點環境照。	76
圖 48、苗 8、苗 14 與苗 52 之石虎與貓、犬 OI 值比較圖。	77
圖 49、利用自動照相機所記錄之石虎活動模式圖	81

表 目 錄

表 1、路殺地點用於主成分分析之環境因子	23
表 2、MAXENT 分析之因子貢獻度。	35

摘要

全臺自 2011 年 11 月 6 日至 2019 年 6 月 20 日已明確記錄 77 起石虎路殺，顯示路殺對石虎族群有高度的威脅，其中苗栗縣就佔了 56 筆，比例約 74%，遠高於其他縣市，又苗栗縣有臺灣石虎族群最大面積的棲地，苗栗石虎的保育，對於石虎族群存續至為關鍵，而路殺的防治，即是其中一項重要工作。縣內 56 筆路殺，在季節和性別上都具顯著差異，秋冬季的石虎路殺較春夏季發生機率高，且雄性個體於秋冬季相較於春夏季，更容易受到路殺，可能與雄性個體拓展領域的長距離移動而頻繁穿越道路有關，雌性個體則在春夏季有較高的路殺比率，但可能因樣本數較少而無統計顯著性。然而相對於年輕雄性個體而言，雌性繁殖個體的生存，對於瀕危物種保育更須加以關注，即使春夏季路殺數量較低，影響石虎族群卻可能較大。

以空間分析縣內路殺案例的聚集效應，縣內主要的高風險路殺縣轄路段可以分為縣道 140、縣道 128、苗 29、苗 52 等，而省轄路段則包含台 3、台 13、台 13 甲以及西濱快速道路等。而從 MAXENT 的預測模擬也說明這些路段屬於高風險石虎路殺路段，惟需額外注意是台 3 縣大湖段以及延伸至三義、苑裡等山區路段如縣道 130 亦多有高風險路段，但是至今尚未發生或是可能過去沒有通報歷史的路殺案件，建議後續應加強勘查並評估可行之減緩措施以防範未然。苗栗縣石虎路殺多數都集中在國道 1 號以西，從三灣、頭屋、公館、銅鑼到三義，卻幾乎沒有石虎的路殺，由於此區棲地相對比較不破碎，在同樣為石虎分

布的熱區前提下，路殺數量少，石虎與家禽衝突通報案例也較少，個體的死亡率可能較低，本區在石虎保育上將有其重要意義，加上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來看，縣道 140 已記錄與訪談獲知之路殺就有至少 7 筆，尤以 22.5K~25.5K 這一段 3K 路段就有 5 筆，且包括石虎幼體，加上模式預測縣道 140 為高風險區，自三義到卓蘭之縣道 140 路殺減緩，以及保持本區石虎族群交流廊道的南北暢通，在石虎保育的議題上應是一個刻不容緩的工作。以改善優先順序，縣道 140 應為最優先，苗 29 與縣道 128 同樣應考量進行改善。鯉魚潭、台 3 線、三面光的老庄溪、縣道 140、大安溪、卓蘭市鎮可能形成之漏斗陷阱效應，限制石虎可利用棲地範圍，使得石虎在此區頻繁穿越道路而提高路殺風險，大尺度來看，維持縣道 140 高架段底下溪床的自然，保留老庄溪匯入大安溪之自然河段，非常關鍵，並建議偕同相關水利單位，改善老庄溪的隔離效應，建置幾處具有植栽的簡易跨越橋，是另外一個可以考慮減緩此區路殺的手段之一，並能改善此區許多生物整體棲地的連結性。

路殺地點環境與道路結構分析顯示，筆直、寬廣的道路往往是路殺高風險的路段，以及部分山區道路如縣道 128。建議減緩措施上以限速、高風險路段使用導引網引導至地下箱涵或溪溝、燈光昏暗處使用反光警示裝置、彎道前後設置噪音路面來減緩路殺。雖然緩衝帶距離與周邊紐澤西高度的影響可能不大，但是數據顯示仍然說明緩衝帶距離較大且周邊紐澤西高度較低路段較無路殺事件，因此，車行道路旁，避免茂密植被、路障或護籬，增加石虎在穿越公路前

可提早發現車輛，增加反應時間與安全穿越公路的機會。

自 2018 年 9 月陸續於各高風險路殺路段及路殺之可能位置架設自動相機監測石虎出現頻度，相機監測位置包括縣道 140 火炎山隧道段(10 台)、縣道 140 卓蘭段(9 台)、縣道 128(7 台)、苗 29 鄉道(26 台)、苗 52 鄉道(5 台)等五處熱區，以及苗 8 鄉道(1 台)、苗 14 鄉道(3 台)等，共計 61 台自動相機進行監測。其中 36 台曾記錄到石虎出沒。縣道 140 火炎山隧道路段及卓蘭路段均有石虎穩定出沒，石虎出現頻度(OI 值)分別介於 0.25~10.26 以及 0.50~0.39 之間。火炎山隧道上方可供石虎安全穿越，建議於縣道 140 火炎山隧道兩端出口路段採用防護網進行隔離並導引至道路下方箱涵以減緩路殺風險，縣道 140 卓蘭段建議在 16-25K 採用區間測速照相，並在 23-25K 綜合採用防護網(高架段下坡端)、清除綠籬及農路叉路口設置噪音路面等方式進行改善。縣道 128 之石虎 OI 值介於 0.48~1.28 之間。縣道 128 沿線路燈設置較為稀疏，因此整體改善建議以設置反光板以及增設噪音路面為主。苗 29 鄉道之石虎 OI 值介於 0.42~8.60 之間。去年度起苗 29 鄉道陸續增設包括防護網、友善木梯、單向水閘門改造、大型警示牌設置等友善工程，建議後續可增加防護網範圍以及持續改善水門及涵洞環境。苗 52 鄉道所設置自動相機並未拍攝到石虎，而苗 8 鄉道與苗 14 鄉道所設置相機之石虎 OI 值介於 0.85~2.02 之間。改善建議部分，苗 52 鄉道及苗 8 鄉道則分別建議使用設置反光板及噪音路面進行改善，苗 14 鄉道與台 13 甲路口處則建議後續可針對下方涵洞環境進行改善。

關鍵字：石虎、路殺、自動照相機、風險分析、縣道 140

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。過去在台灣普遍分布於全島低海拔山區(Kano 1929, 1930, 陳兼善 1956)，近年記錄僅只於苗栗縣、台中市、南投縣仍有穩定記錄(姜博仁等 2015, 姜博仁等 2017)，並於近年新發現彰化縣八卦山區的數筆記錄，但發現之位置八卦山區緊鄰南投縣邊界，10~20 年前仍有石虎記錄的嘉義縣與台南縣已多年不再有任何石虎記錄，但嘉義縣於 2018 年新增一筆石虎拍攝記錄，新竹縣新增一筆救傷記錄，推測嘉義縣與新竹縣之石虎族群可能相當稀少或非穩定族群，顯示此物種的分布範圍與過往全島分佈已縮小相當多，族群日趨危急。行政院農業委員會於 1989 年將石虎公告為『珍貴稀有』保育類野生動物，於 2008 年再將石虎從原先之『珍貴稀有』保育類等級提升為第一級『瀕臨絕種』保育類。根據石虎棲地分布分析估算，目前石虎僅存約 468–669 隻(姜博仁等 2015, 姜博仁等 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。

因應地方發展需求的道路建設乃是造成野生動物棲地破碎化之主因，而棲地的破碎化往往迫使野生動物因為繁殖、覓食及活動等需求而冒險穿越馬路，進而增加穿越道路時因為車輛直接或間接碰撞造成野生動物死亡—路殺—之風險 (Harris and Scheck 1991)。路殺事件除了造成野生動物的直接衝擊(Clevenger et al. 2003, Rytwinski and Fahrig 2015)，亦可能造成道路使用者因為閃避或碰撞野生動物造成其生命財產上的損害(Hobday 2010)，不管是對道路使用人或是野生動物都是嚴重威脅，對於瀕危野生動物族群更是一大衝擊。石虎主要分佈與利用的

棲地以低海拔淺山地區為主，這些地區多與高密度人類活動及道路開發區高度重疊(姜博仁等 2015, 姜博仁等 2017) ，此外，貓科動物活動範圍大，經常需要穿越道路，進而面臨了更高的路殺風險(Rytwinski and Fahrig 2012)。自 2011 年到 2018 年的 8 年間已確切累積 70 起路殺，今年截至至 2019 年 6 月已明確記錄 74 起石虎路殺，顯示路殺對石虎族群有高度的威脅，其中苗栗縣就佔了 55 筆，比例約 74%，遠高於其他縣市，又苗栗縣有台灣石虎族群最大面積的棲地(姜博仁等 2015, 姜博仁等 2017)，苗栗石虎的保育，對於石虎族群存續至為關鍵，而路殺的防治，即是其中一項重要工作。

為了有效減緩路殺對石虎之威脅，本計畫擬針對苗栗縣石虎路殺風險進行大尺度的評估，提出建議改善之路段或區域，以便主管機關進行相關路殺減緩措施，而卓蘭與三義附近之大安溪流域地區，是苗栗與台中石虎交流的重要廊道熱區，位處該熱區之縣道 140 亦曾發生數起路殺，因此針對縣道 140 的石虎路殺防治減緩，可以說是優先執行的熱區，故本計畫亦擬針對縣道 140 進行勘查分析，提出改善建議。

二、計畫目標

(一) 苗栗縣大尺度之路殺風險評估

評估石虎受路殺威脅程度，並依道路結構與周圍環境提出適宜之改善對策，在兼顧棲地連結廊道與減緩路殺的原則下，提出 5 個建議改善之路段或區域，作為苗栗縣府「108 年~120 年之國土綠網瀕危生物保育計畫」執行依據。

(二) 縣道 140 改善建議分析

應用紅外線感應自動照相機監測石虎於溪溝、道路缺口、高架路段下方及隧道上方的利用情形，劃出應保持石虎活動暢通之區域，標定可供石虎利用之通道，並提供地理資訊圖層檔，以利機關套疊相關土地清冊資料，並依道路結構環境提出增進石虎穿越公路及促進利用其他環境之改善建議，例如圍籬、反光板、聲音、通道等等，但不限於以上方式，作為苗栗縣府「108 年國土綠網瀕危生物保育計畫」執行依據。

三、 實施地點

「苗栗縣大尺度之路殺風險評估」實施地點為本縣境內之縣鄉道(圖 1)，其中以發生過路殺之位置為主要分析場址；「縣道 140 改善建議分析」實施地點為縣道 140 近卓蘭鎮 22.5km～23.5km 路段(圖 2)及火炎山明隧道上方及南北出口延伸 200 公尺之路段(圖 3)，以上路段需涵蓋道路兩側至少 200 公尺內之土地。「縣道 140 改善建議分析」實施地點原訂為縣道 140 近卓蘭鎮 22.5km～23.5km 路段，因路殺事件於縣道 140 擴及到 25km，本團隊遂增加研究範圍至 25km。



圖 1、苗栗縣大尺度之路殺風險評估實施位置圖，綠色線段為省鄉縣道，藍色為縣道 140。資料來源：改自 2015 年發佈之交通部數值路網圖層



圖 2、苗栗縣道 140 近卓蘭鎮 22.5km~25km 路段，黃點位置為路殺點，本路段累積 3 起路殺分別位於縣道 140 的 23.5km(RK039)、24km(RK074)及 25km(RK033)



圖 3、苗栗縣道 140 火炎山隧道路段，照片位置為路殺位址，該路段路殺位於火炎山隧道東出口(RK041)。

四、方法

(一)樣點勘查、相機架設和資料收集

1. 路殺記錄收集

本計畫重點工作，主要在確認實際路殺地點，進行現場勘查。本團隊過去已確認過一部分路殺實際地點，並已經紀錄周遭環境，而針對其他路殺地點則與苗栗縣府協同，或藉由現場照片，進行現場地點的勘察，再確認路殺地點與精確座標，作為後續現場調查與路殺風險空間分析的資料。

2. 路殺現場勘查

針對苗栗縣內之路殺地點，部分記錄可能受限年代或當時民眾回報狀況，不一定可以確認實際地點與地區，本案將針對可以釐清實際發生地點或確認一定誤差範圍內(如 100m)的路殺地點，進行現場勘查，勘查工作包括：

- (1). 使用手持式衛星定位儀記錄精確座標。
- (2). 使用數位相機拍攝紀錄周遭環境。
- (3). 透過 Google Earth 衛星影像圖或使用空拍機，評析路殺點周遭環境。
- (4). 沿路殺地點前後至少 100m，勘查記錄道路結構與環境，觀察是否有阻撓石虎移動之障礙，以及是否有助於石虎安全通過的箱涵、溪溝、溪谷等。針對這些以照相記錄，並測量 GPS 座標，以利後續套疊相關土地清冊資料。

(5). 現場觀察記錄石虎可能利用的移動路徑，評析路殺防治減緩適合地點與方式。

以上路殺現場勘查，以苗栗縣境內之縣鄉道為主，省道亦將盡可能進行同樣現場勘查，但以與縣鄉道有直接交會處為主，國道與台 61 西濱快速道路由於道路結構與管轄權不同，則不納入現勘及自動相機調查。

3. 路殺點環境因子量測與分析

針對路殺樣點，進行路殺樣點道路結構與環境因子量測(詳附錄一)，以探討可能影響路殺風險的因素。路殺與道路屬性，如路網密度、道路結構，有較高的關聯性(Ruiz et al. 2018)，然而道路屬性通常牽涉了該道路的社會經濟特色、周遭人口活動狀況及包含路寬、縣道數量等道路結構(Barrientos and Bolonio 2009)，在某一部份亦可在大尺度分析中涵蓋，但仍有區域性差異，除透過現場量測因子之外，並且納入大尺度的周邊人類活動狀況，如人口密度、溪流距離與密度、稜線密度等地形因子，使用多變量分析主成分分析(PCA)進行分析，並使用 varimax 轉換之後，針對路殺地點之環境與道路特徵，進行討論。

4. 自動照相機調查與分析

在苗栗縣境內曾經發生石虎路殺紀錄之縣鄉道，於路殺地點前後道路兩側至少 200 公尺內，以及若有石虎潛在可利用之通道(如箱涵或溪溝)，選定 20 個樣點(樣點包含縣道 140 周遭)，架設自動照相機進行道路周遭石虎活動狀況與潛在通道利用之調查，著重重點在於潛在可利用之通道。每一處路殺樣點，自動照相機架設數量，視周遭環境、道路結

構與潛在通道而異。

自動照相機使用 Browning 或 Keepguard 紅外線自動照相機，錄製高解析度影片，於感應到石虎或其他動物經過，設定以影片記錄石虎出沒與行為。石虎對於道路周遭與潛在通道之利用頻度，以出現頻度（Occurrence Index, OI）進行分析比較，以如下公式計算：

$$OI = (\text{一物種在該樣點的有效照片數/該樣點的總工作時數}) * 1000 \text{ 小時}$$

若能夠透過自動照相機辨識石虎個體，則同時記錄可辨識個體之數量。每一樣點自動照相機調查時間以足夠協助評析該樣點石虎利用型式為考量，在適當工作時間之後，撤除更換到其他樣點進行調查，以增加調查樣點數。

自動照相機分析主要包括以下面向：

- (1). 石虎在道路兩側可能利用遷徙移動之獸徑的出現頻度。
- (2). 石虎對於潛在通道的利用頻度。
- (3). 除了針對石虎進行分析，亦將針對犬貓出現頻度進行分析比較。

(二) 苗栗縣大尺度路殺風險分析

1. 路殺群聚效應分析及線性熱區圖繪製

釐清路殺熱點並進一步採取改善方案是最具效益的路殺改善防治 (van der Ree et al. 2015)。本研究之路殺熱區乃以 QGIS3.2.2 內建之熱區圖繪製工具(Heatmap)進行分析，該分析以各路殺點為中心繪製 2.5km 半

徑之大圓，並分析大圓內涵蓋的路殺點數量，計算路殺事件群聚效應與否，以探討路殺地點分布之趨勢，並以路網圖層為分析遮罩，繪製線性路殺熱區圖。

2. 路殺地點分布模式 MAXENT 分析

將路殺樣點座標與棲地因子套入 MAXENT 預測模式分析路殺樣點機率，除可預測路殺熱區之外，並可評析與路殺機率有關之棲地因子。食肉目動物的路殺問題往往與人口密度、物種豐富度、棲地類型及道路屬性有關(Clevenger et al. 2003, Malo et al. 2004, Grilo et al. 2009)。其中，有關於伊比利山貓(Iberian lynx)的路殺研究中指出地景類型是影響山貓被路殺最主要的原因，其次則是道路級別(Ruiz and Simón 2018)。前人研究指出：許多因素都可能造成路殺差異，其中，人類及社會方面的變因可能有：交通流量、道路設施等(陳怡惠等 2017)。其中，車速(Jaarsma et al. 2006)、車流量(Clarke et al. 1998)、道路周圍地形(Clevenger et al. 2003)、道路邊界植被覆蓋率(Ramp et al. 2005)、周圍通道(Clevenger et al. 2003, Malo et al. 2004)皆會影響路殺案例的空間分布，值得注意的是車流量及車速被視為是最關鍵的道路因子(Jones 2000, Hobday 2010)。

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、路死記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 (Phillips et al. 2018)

(https://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/)。

使用之預測因子，主要參考石虎重要棲地預測分析(姜博仁等 2015, 姜博仁等 2017)，將該報告產出之石虎出現機率為主要預測因子之一，同時選擇該報告產出之環境因子中的稜線密度、最近溪流距離、溪流密度、人口密度等個圖層。道路相關因子，則於本計畫中另外產出，針對國道、省道、縣道、鄉道 4 個等級，計算每個網格內之長度(密度)，由於縣道 140 和苗 29，部分路段實際路況可與省道相比擬，因此手動調整其為省道等級，據以計算不同等級之道路密度。根據這 4 個道路等級，分別加權 4、3、2、1 之後另外產出一個加權道路密度之環境因子，作為綜整道路效應之因子，此外，亦產出一個每網格道路最高等級圖層，由於並無每個路段平均時速和道路寬度 GIS 圖層，因此僅能以道路等級作為路殺相關因子進行探討分析。所有輸入圖層的像元解析為 90 公尺，總計 12 個因子作為分析圖層。

為了將分析侷限於道路區作為路殺風險評估，另外以苗栗縣內主要國、省、縣、鄉道路兩側 50m 以內之範圍為遮罩，將無道路之網格指定為 No Data，在 MAXENT 運算中則會自動剔除非道路環境，僅以苗栗縣境內國、省、縣、鄉道路兩側 50m 以內之範圍進行分析預測。

分析計算，採用 80% training data vs 20% test (validation) data，進行模式分析與交互驗證，並且採用 cloglog 轉換，執行 100 次取平均值。閥值準則採取兩種方式(Phillips et al. 2017)，分別是較為嚴苛的『Maximum training sensitivity plus specificity』，以獲得較佳的解釋性，閥值以上視為石虎路殺高風險區，另外一種方式為避免遺漏可能的石虎路殺風險區，以較為保守的標準，採用『Balance training omission, predicted area

and threshold value』較低的閾值，未達『Maximum training sensitivity plus specificity』閾值的則為低風險區。

模式預測的另外一個目的，是提供路殺地點趨勢、路殺地點之棲地因子、探究路殺環境特徵，這些都可以作為石虎路殺減緩防治之參考資訊。因此以上路殺地點出現預測，搭配前期石虎重要棲地之廊道分析(姜博仁等 2017)，統整進行大尺度路殺風險評估，並提出改善建議。

(三)路殺改善建議分析

1. 自動照相機調查

自動照相機採用影片模式以便觀察利用行為，監測石虎於溪溝、道路缺口、高架路段下方及隧道上方的利用情形。根據自動照相機拍攝情形，計算石虎與其他動物出現頻度(詳前文)以評估潛在通道利用情形，以及現場觀察石虎可能利用路徑，劃出應保持石虎活動暢通之區域，利用衛星定位儀標定可供石虎利用之通道，提供地理資訊圖層檔，以利機關套疊相關土地清冊資料。

2. 路殺改善建議

路殺減緩改善方式，主要包括動物通道、動物跨越橋、防護網、光學警示(反光裝置)(Brieger et al. 2016)、聲音警示(Babińska-Werka et al. 2015)等（圖 4），各自有不同適合場合，其中以防護網與動物通道結合的方式，在跨地區的比較中，有最明顯的減緩效果(Rytwinski et al. 2016)；目前台灣地區實際架設的防護網至少有高度 2 m 及 1 m 兩種形式，高度越高其隔離效果較佳，然而需考量用路人之安全性，以及後續

維護成本，因此實際架設之高度與形式需與公路單位做妥善協調與討論。另外為避免過長的防護網反而產生棲地隔離顧慮，除非必要，一般並不建議綿延過長的防護網，而這在實務上與現況環境以及預算上也有其困難性，加上防護網與動物通道結合是最有效的方式，防護網盡量朝向導引網的方向規劃設計，引導動物使用通道穿越公路，並以路殺高風險區為設置考量，除了避免路殺，更同時保有道路兩側棲地的相連與族群交流。

若道路橫跨於兩側棲地間之地勢較低處，則可設置動物跨越陸橋，但成本預算高，而或利用現有路橋予以調整成適合動物使用之形式，則可大為降低新設成本，目前國內最著名案例為國道三號之通霄一號跨越橋（圖 4）。然而不一定每個地方都適合高強度的防護網，或者動物通道，不同的減緩方式，也可能有不同適用的情況。例如，光學警示利用反光原理將來往行車的大燈反射至道路兩旁，使得野生動物在道路兩旁提早接收到警示，增加在路旁猶豫時間待行車通過後在穿越馬路，期望減少路殺事件發生，可能可以應用於夜行性動物，而石虎也經常於夜間活動，因此可以評估適用情況，光學警示設施架設方式參考（圖 4）。

英國發現光學警示裝置對於水獺有一定程度的效果(Dr. Paul Yoxon 私人通訊)，本公司執行石虎家禽衝突友善防治研究測試的光防治法也發現部分石虎在看到自動照相機的微弱光線時，會有停留或迴避的現象(姜博仁等 2018)，因此對於石虎路殺減緩防治可能有部分效果，但仍需要未來進一步的測試，且主要適合沒有路燈或很少路燈的環境。目前本公司架設於金門地區之反光裝置含立柱成本接近台幣 3 千元(不含施工費用)，廠商針對鹿科動物警示之建議架設間距為 5 m，然而國內實際應用

時可針對於路口或彎道做較密集的設置，並配合石虎習性以達到更佳警示效果。

聲音警示則包括可使用鋪設噪音路面、減速標線(跳動路面)及聲音警示器，目前噪音路面在台灣主要以窄間距白色標線形式設置，而日本沖繩地區則以粗糙材質鋪設於路面，並搭配紅色顏料凸顯視覺警 示效果(圖 4)，亦可作為台灣地區後續噪音路面鋪設之參考；聲音警示器則為透過感應車輛後發出警 示音，但目前其音頻尚無法調整到人耳接受範圍之外之頻率。由於聲音警 示比較有干擾住家的疑慮，因此較適合應用於住戶較稀疏的路段，且設置前須與當地居民做妥善溝通與協調以避免後續爭議，此外，亦可評估採用特有生物保育研究中心所建議的 16kHz 聲音警 示，減少對住家的干擾。

根據道路現場勘查，以及自動照相機調查結果，依照道路結構環境，既有潛在動物通道，評估隔離網、導引網、光學警 示、聲音警 示等不同路殺減緩方式，提出增進石虎穿越公路及促進利用其他環境之改善建議。

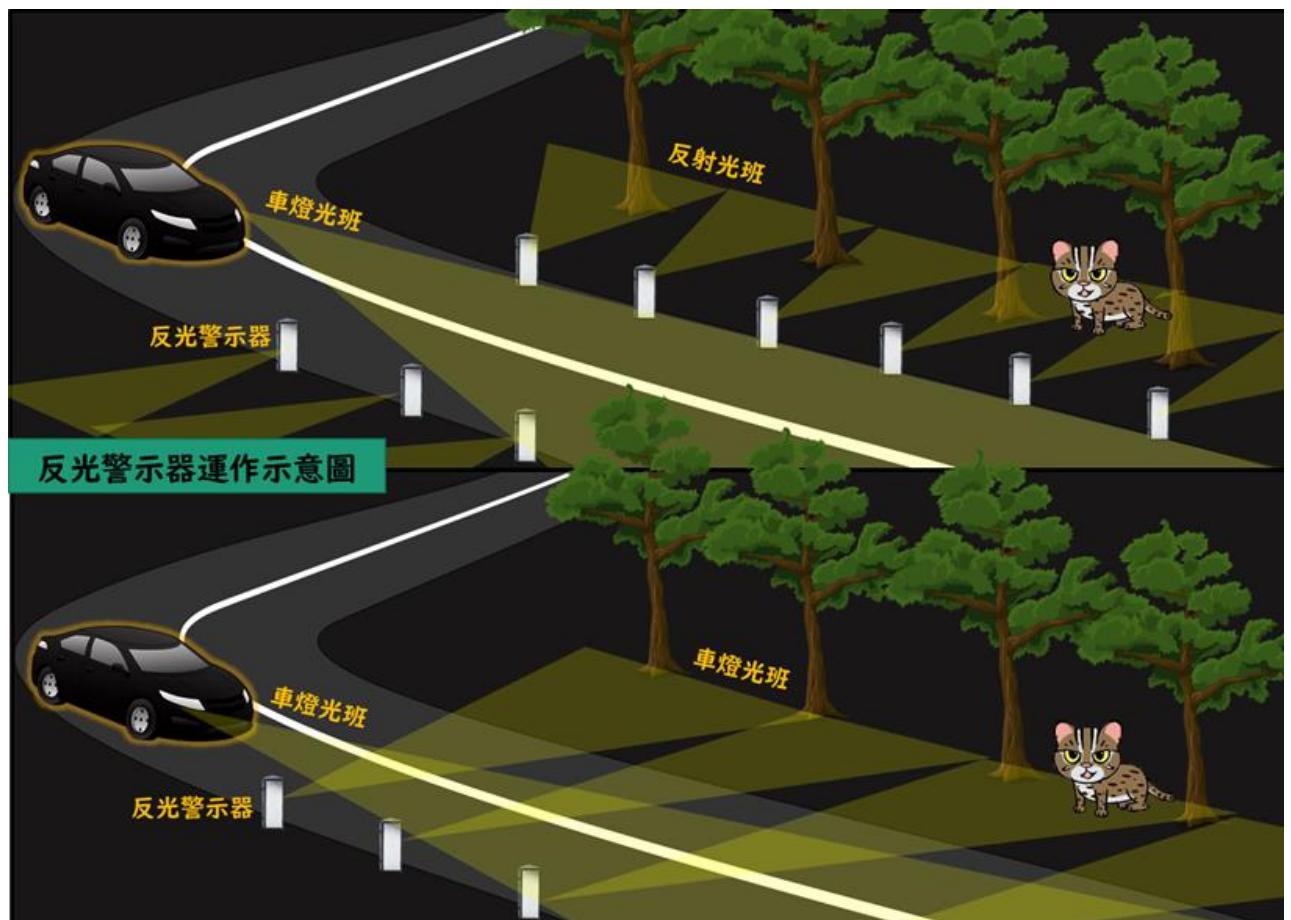


圖 4、各式路殺減緩設施(上圖)與光學警 示設施架設方式(下圖)

五、結果與討論

(一) 路殺紀錄

根據本研究記錄及前人資料彙整(附表一)，從 2011 年至 2019 年 6 月 20 日止，全臺灣共記錄有 77 筆的石虎路殺事件(已經剔除可能重複紀錄及確認非路殺案例)，範圍涵蓋苗栗縣、台中市、彰化縣以及南投縣等低海拔地區。綜觀全臺記錄，又以苗栗縣內 56 筆(約占全台比例 73%)最為嚴重(圖 5)。雖然 2013 年以前尚無完整記錄，然自 2013 年開始受到大眾注意之後，逐漸有較完整之記錄，自 2013-2018 的 6 年路殺數量全台每年 7~13 隻，年平均 10.8 隻石虎被路殺，其中苗栗縣每年 5~10 隻，年平均 6 隻，若僅統計近四年，全台每年 7~13 隻，年平均 12 隻，其中苗栗縣每年 8~10 隻，平均每年路殺 8.8 隻。

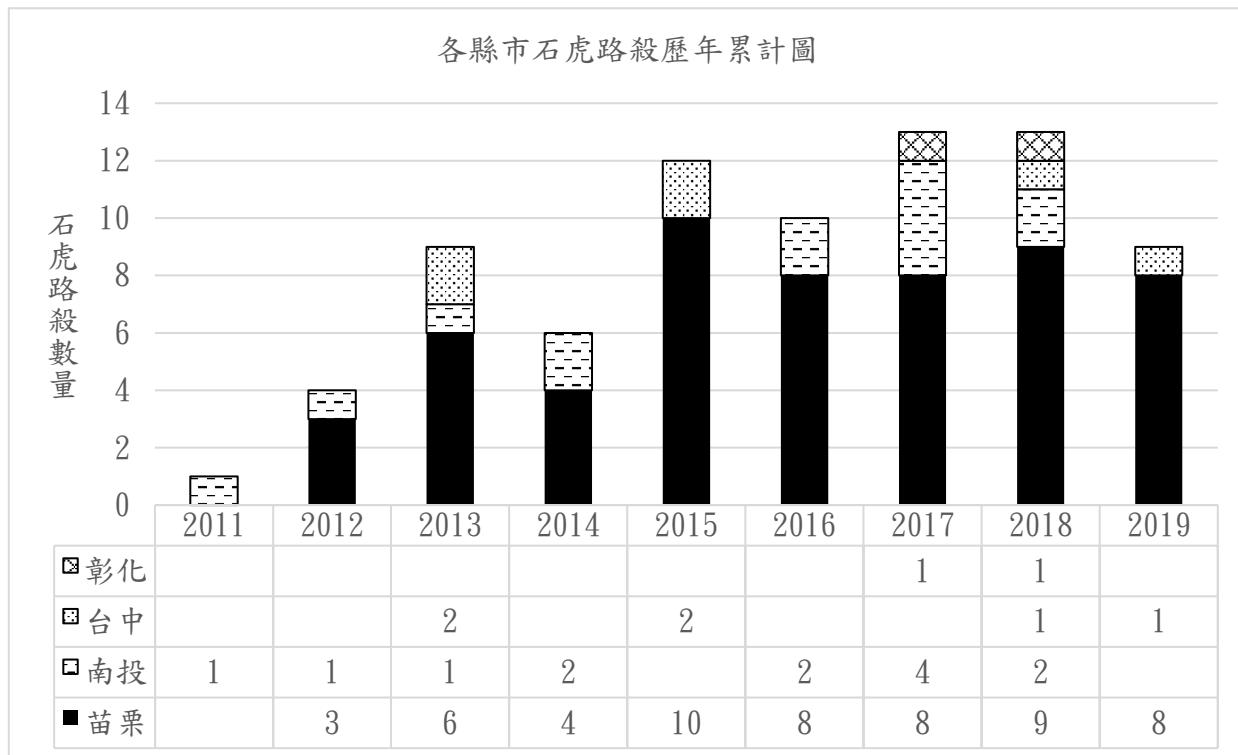


圖 5、石虎路殺事件統計圖(截至 2019.6.20)，N=77，分別是苗栗 56 筆、南投 13 筆、台中 6 筆、彰化 2 筆。

將石虎 77 筆路殺事件中有記錄日期者以春季 3-5 月、夏季 6-8 月、秋季 9-11 月以及冬季 12-2 月加以區分，發現石虎路殺四季都有案例發生，在秋冬季有顯著較高發生的比例，不區分縣市，其中有 58.4%(45/77)之路殺在秋冬兩季較春夏為高(卡方適合度檢定， $p=0.06$ ，已針對 2019 年尚無秋冬季資料校正期望值，圖 6)，苗栗縣境內則有 60.7%(34/56)之路殺同樣在秋冬兩季較春夏為高(卡方適合度檢定， $p=0.052$ ，已針對 2019 年尚無秋冬季資料校正期望值，圖 6)，由於本年度秋冬季資料尚未有，因此實際上秋冬季的比例應更高。

若進一步以性別分類路殺案例(圖 7)，若以春夏季對比秋冬季，則發現公母石虎的路殺事件有季節上的顯著差異(卡方獨立性檢定，全台 $p=0.006$ ，苗栗 $p=0.009$)，在苗栗，公石虎路殺在秋冬季顯著高於春夏季(卡方適合度檢定， $p=0.006$)，母石虎雖然於春夏季時(63%)有相對較高的路殺比例，但並沒有顯著比秋冬季還多(卡方適合度檢定， $p=0.36$)，但可能因為總筆數較低，因此沒有統計上的顯著性。全部路殺記錄，不同性別路殺比例，並未有顯著差異(公 31 筆，母 22 筆，卡方適合度檢定， $p=0.22$)，顯示秋冬季較高的趨勢，主要是因為公石虎在秋冬季有顯著較多的路殺事件所致，也就是有記錄性別的 53 筆路殺事件中，秋冬季的公石虎就有 23 筆，佔了將近一半(43.4%)，這還是沒有包括 2019 秋冬季可能會有的路殺。

輔以個體年齡分類統計結果(圖 8)，可以發現幼體/亞成體於春季有較低的路殺比例，則與石虎主要繁殖季節春夏季，幼體與亞成體逐漸在夏季開始可以跟隨母石虎或獨立後開始擴散領域有關。

綜整性別、年齡與季節區分石虎路殺(圖 9)，整體趨勢可以看出公石虎在秋冬季路殺次數顯著最高，母石虎則在春夏季較多，年齡並無春夏季與

秋冬季的顯著差異，但於春季有最少的路殺記錄，此應與幼體與亞成體自夏季才逐漸開始跟隨石虎媽媽活動有關，但年紀較小的石虎，在春夏季似乎有母石虎較公石虎多路殺的現象。

Chen et al. (2016)於苗栗通霄地區進行的石虎無線電追蹤研究發現，公石虎活動範圍較母石虎大，而兩隻公石虎成體在乾季(10-2月)有顯著較小的活動範圍，移動模式上，公石虎較母石虎平均每日移動較遠的距離，且偏向較長距離的移動，而非是母石虎比較局部小範圍的移動方式。若單純比較成體的路殺差異，公石虎有顯著較母石虎多的路殺次數(成體公石虎17筆、母石虎7筆，卡方適合度檢定， $p=0.04$)，則可能與公石虎有較大的活動範圍有關。唯公石虎在秋冬季(乾季)有較小的活動範圍，卻有較高的路殺機率，似乎與活動範圍的大小相反，可能的原因之一為 Chen et al. (2016)的追蹤主要在大型道路切割較少的區域，另外則可能與公石虎於秋冬季的行為模式有關，雖然範圍縮小，但在公石虎主要是長距離移動的模式下，對於活動範圍內道路密度高的個體，卻可能需要更密集更頻繁的穿越公路，而導致有較高的路殺機率。除此之外，多數路殺的公石虎，雖然判斷為成體但多為較年輕的個體，可能都還沒有固定的領域，亦可能較常移動，其擴散的行為模式，可能導致其有較高的路殺風險。而母石虎在春夏季有略高的趨勢，則可能與其哺育幼獸，有較高的食物需求，而導致其移動較為頻繁，而有改變覓食行為進而影響活動範圍的可能，因而有較多的路殺事件。

綜整路殺事件，就性別、年齡與季節來看，主要與公石虎的移動模式、母石虎的繁殖季食物需求、亞成體或年輕成體的擴散行為有關。然而，如果需要進一步推斷石虎被路殺與其動物行為、空間生態之間的關係，仍需

要後續持續且深入的研究，進行更詳細的捕捉追蹤，了解其移動模式，從石虎的行為模式，提供路殺減緩措施的參考資訊。

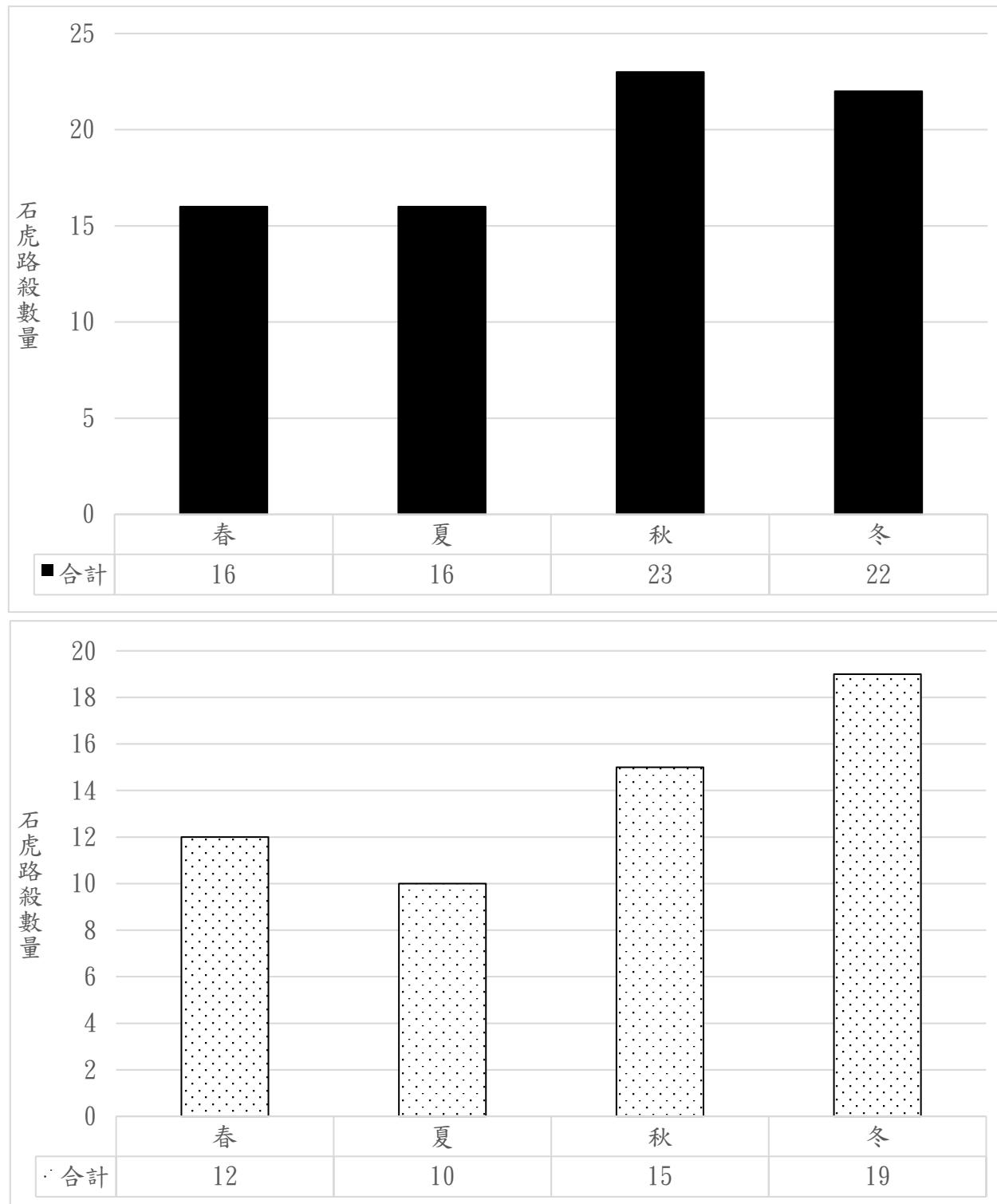


圖 6、全臺與苗栗縣石虎路殺記紀錄(統計至 2019/6/20)季分布圖，上為全臺記錄(N=77)；下為苗栗縣記錄(n=56)，依春(3-5 月)、夏(6-8 月)、秋(9-11 月)、冬(12-2 月)分類。

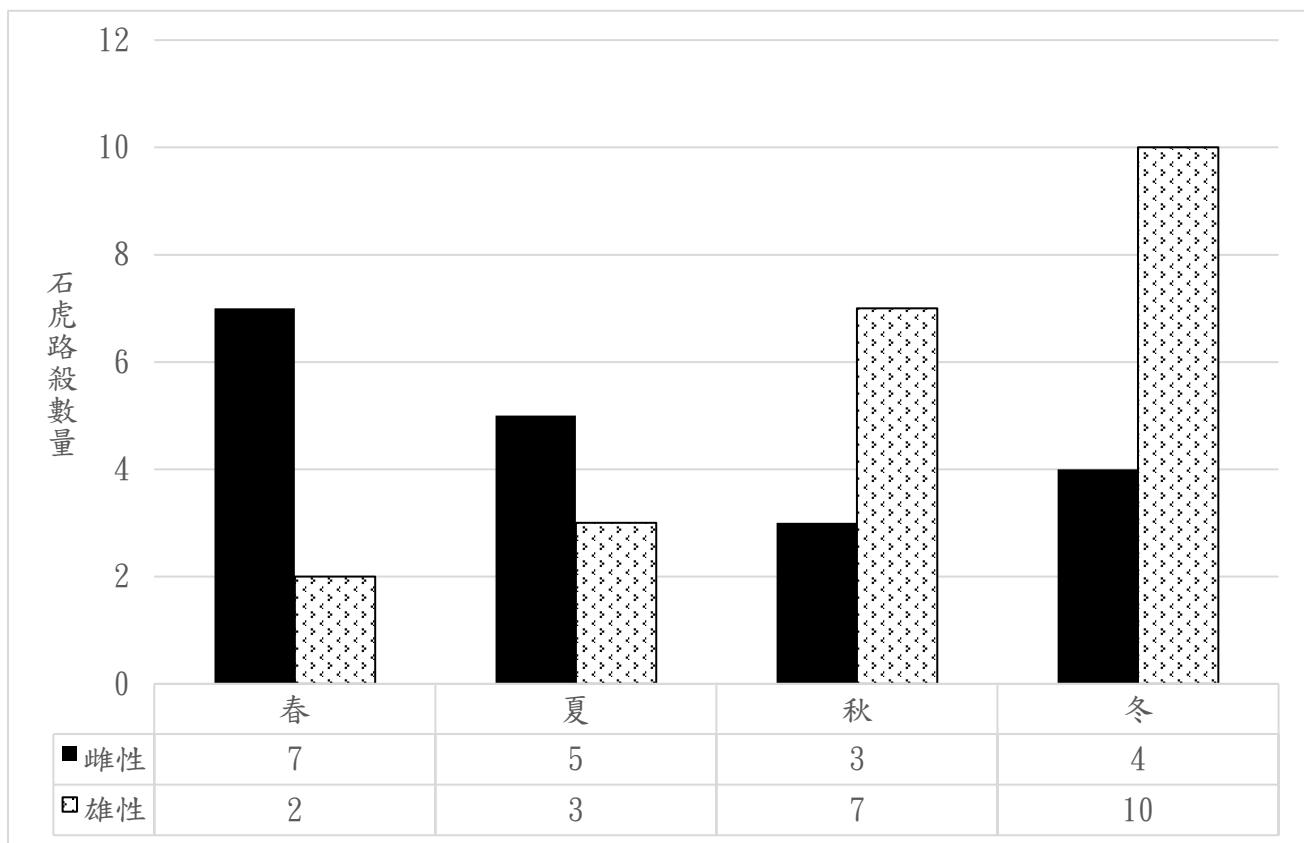
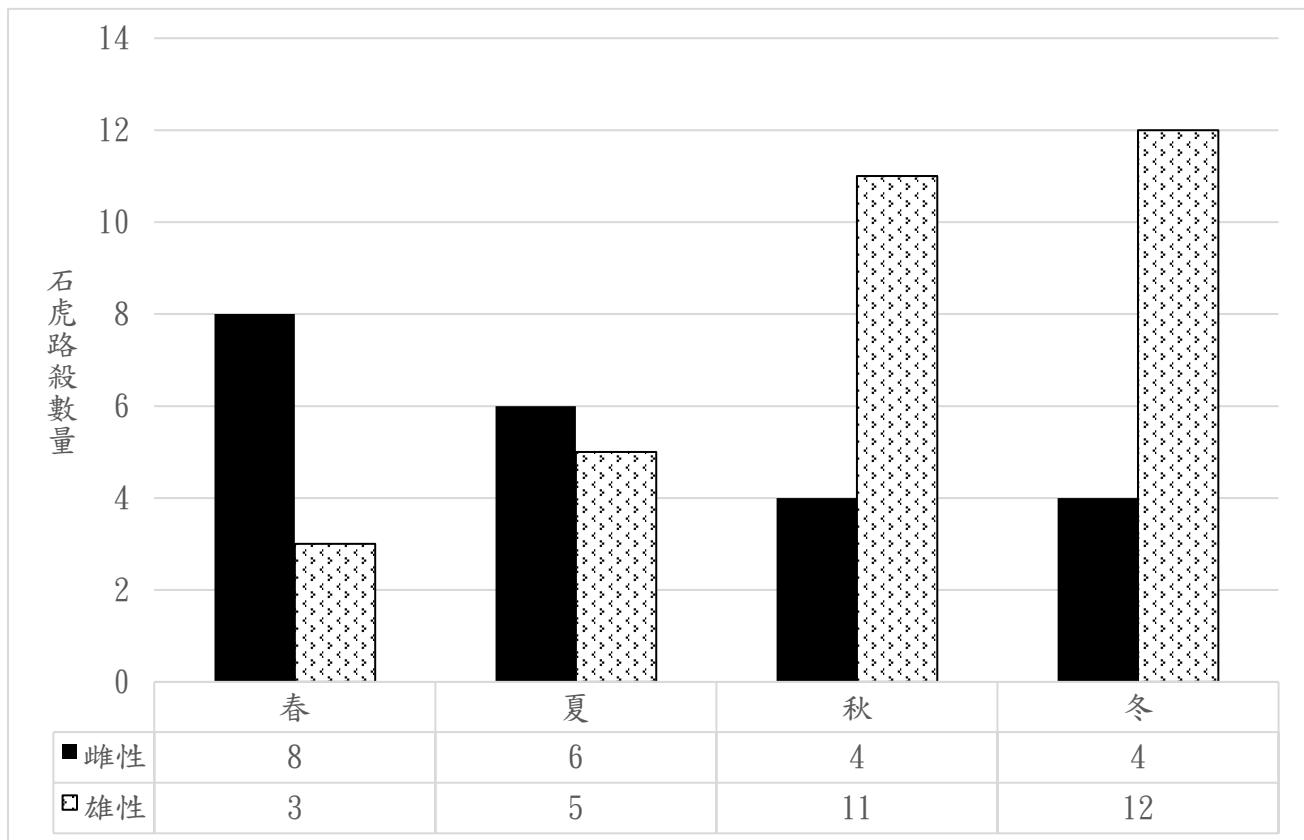


圖 7、全臺與苗栗縣石虎路殺紀錄(依性別)季分布圖，上為全臺記錄(N=53)、下為苗栗記錄(n=41)，依春(3-5月)、夏(6-8月)、秋(9-11月)、冬(12-2月)分類。

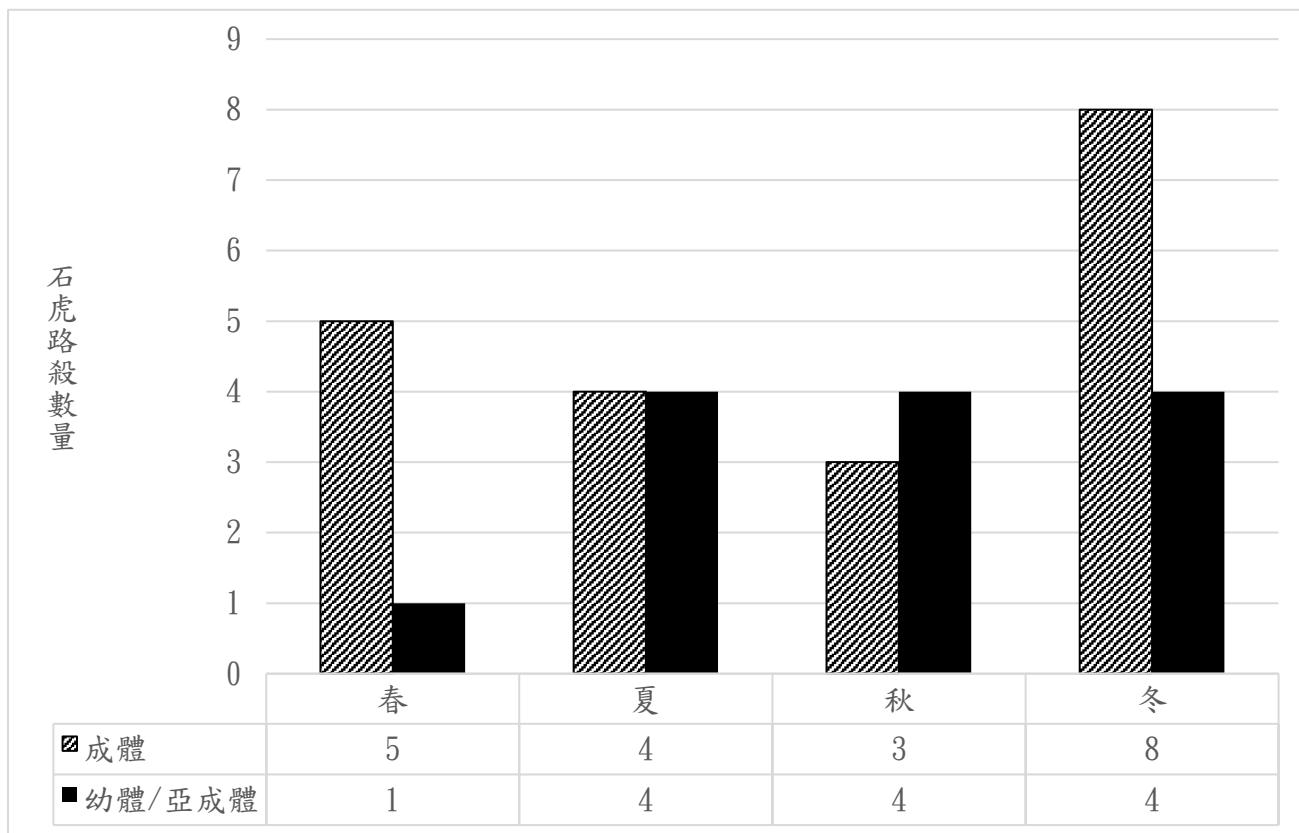
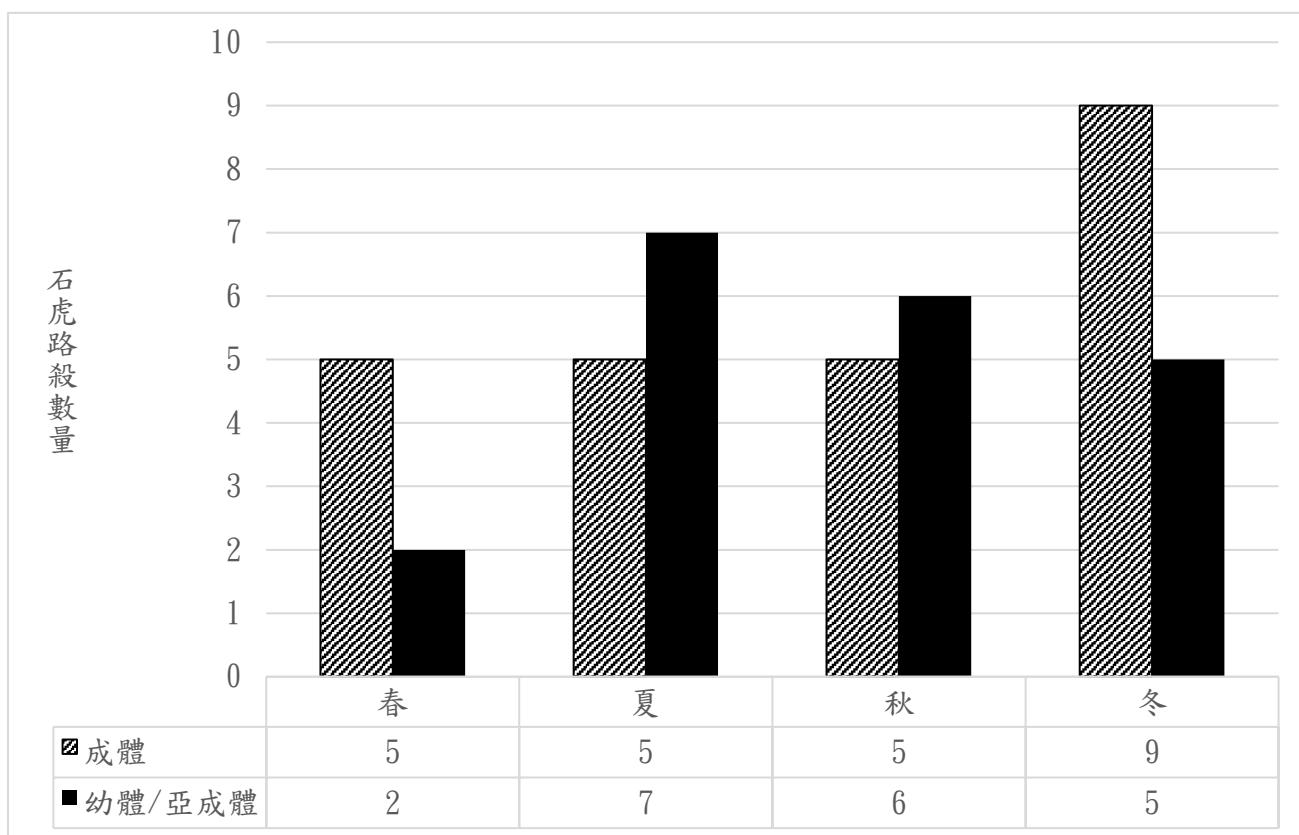


圖 8、全臺與苗栗縣石虎路殺紀錄(依年齡)季分布圖，上為全臺記錄(N=44)、下為苗栗縣記錄(n=33)，依春(3-5月)、夏(6-8月)、秋(9-11月)、冬(12-2月)分類。

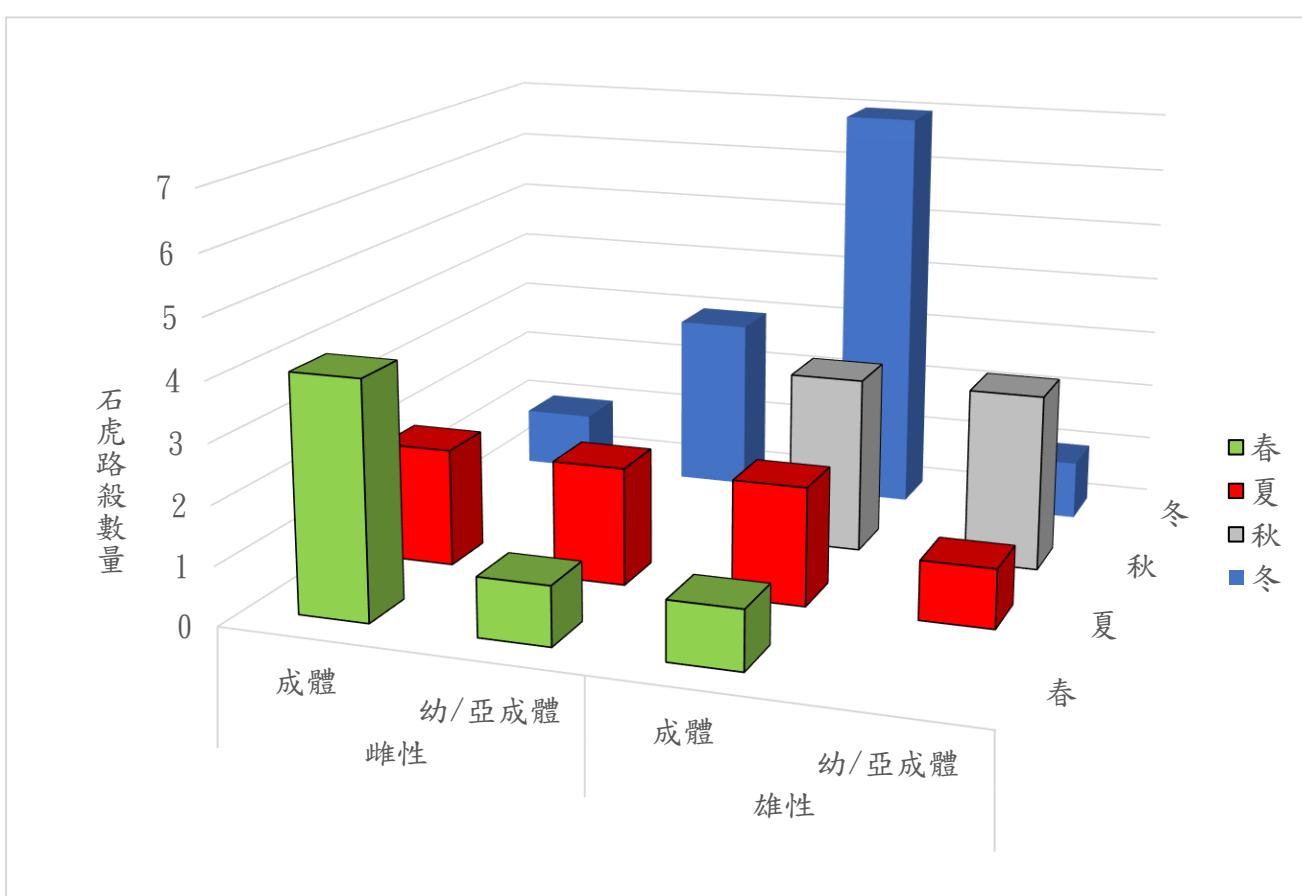
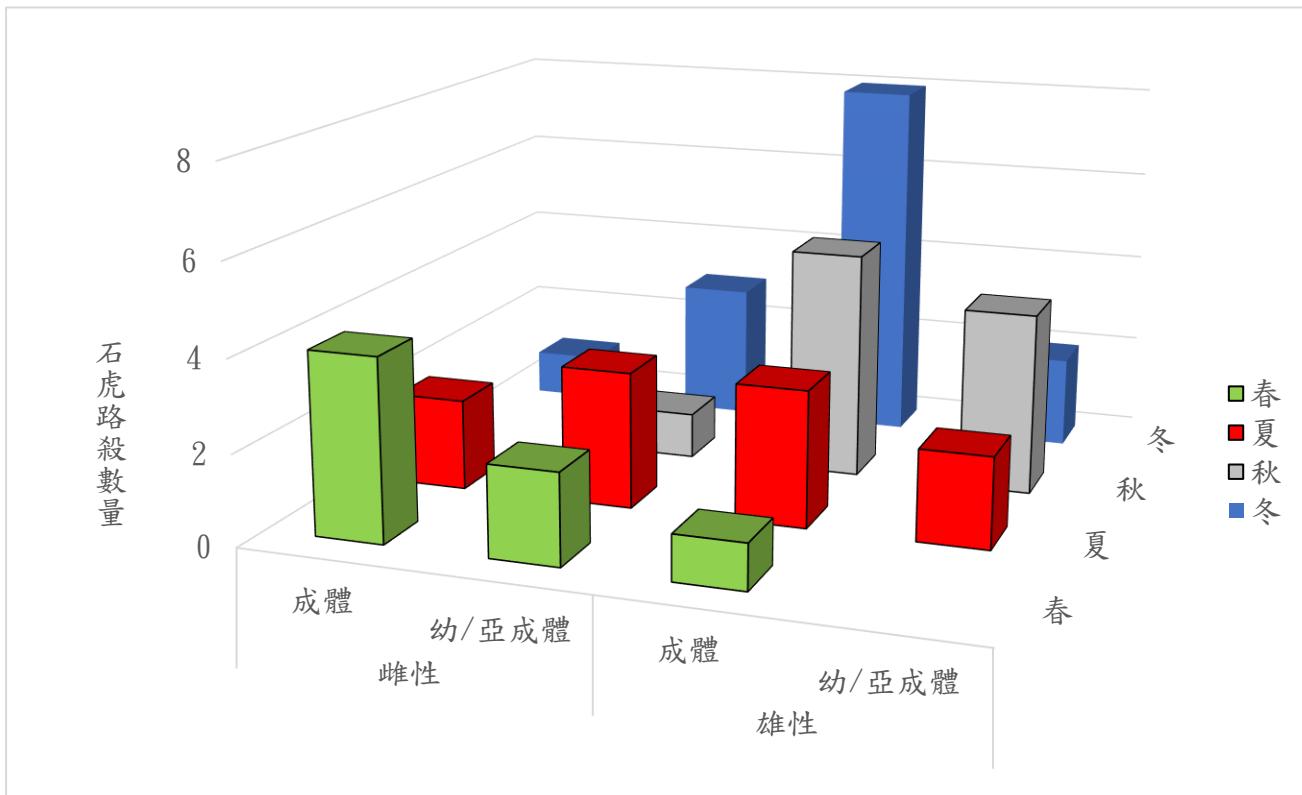


圖 9、全臺石虎路殺紀錄依年齡、性別、季節分布圖，上為全臺記錄(N=41)、下為苗栗縣記錄(n=31)，依春(3-5月)、夏(6-8月)、秋(9-11月)、冬(12-2月)分類。

(二) 路殺地點環境與道路結構分析

納入路殺樣點分析的因子如表 1，包含現場量測以及部分用於 MAXENT 分析的因子。

主成分分析的結果顯示，累積三主成分約可解釋 51% 變異，第一和第二主成分可解釋 41% 的變異，而此二者受到眾多變異數影響，其中可以大略將其分成道路性質和周圍地形等兩大類。

透過 biplot 呈現(圖 10)，從道路性質討論，路殺事件多聚在與道路寬(WIDTH)、中央分隔島高度(MIDDLE)、筆直性(VISIBILITY)、線道數(LINE)有正相關的右半部(第一象限以及一部分第四象限)，通常這些數值也多與道路級別(LEVEL)有關，此結果正好說明筆直、寬廣的道路往往是路殺高風險的路段，而這些路段多是用路人快速通過的路段，防護網的設置也較為困難、需要長度長等，裝設測速照相機應是較簡易且有效降低石虎被路殺風險的方案。雖然如此，仍有部分路殺位於山區道路如縣道 128，應與彎道阻擋石虎視線有關，此類環境則可透過聲光的導引，在車子轉彎之前提早警示穿越之石虎，或在彎道前後透過隔離導引網，避免石虎在彎道及下坡處穿越馬路，導引到附近箱涵或視線較好處穿越馬路。

另外，雖然緩衝帶距離(BUFFER)與周邊紐澤西高度(ConcreteBDH)的影響可能不大，但是數據顯示仍然說明緩衝帶距離較大且周邊紐澤西高度較低的第三象限較無路殺事件聚集，因此，車行道路旁，避免茂密植被、路障或護籬，增加石虎在穿越公路前可提早發現車輛，增加反應時間與安全穿越公路的機會，因此，清除道路界線外的茂密植被(如縣道 140)，可能可以降低一些路殺風險。

周圍地形方面，可以發現路殺事件聚集的第一、二象限(上半部)多是距離溪流(SED)較近、溪流密度較高但稜線密度相對較低的地方，應與苗栗縣內道路開發之特性有關，多是沿著地勢相對平緩的溪谷沿線開發，而平坦環境多是人口較為密集區，道路有較為筆直與寬廣的趨勢，都會增加路殺的風險。除此之外，石虎亦會利用溪床環境覓食或移動，較高頻度的穿越溪床旁道路，加上此類道路又多為筆直寬廣車速快，道路密集且靠近溪流的道路也就成了高風險的石虎路殺路段。

表 1、路殺地點用於主成分分析之環境因子

因子代碼	樣本編號
Level	道路分級
Line	線道數量
Width	事發位址道路寬度
Buffer	事發位址緩衝帶距離
Light	有無路燈
Tunnel	有無箱涵
Slope	坡度
Visibility	最短可視範圍
MidH	中央分隔島高度
PlantBDH	路邊設施綠籬高度
ConcreteBDH	路邊設施紐澤西護欄高度
POP	人口密度_3*3 Moving Window
RidgenD	稜線密度_500m
StreamD	溪流密度_500m
StreamED	距溪流距離
PRD	省道密度
CRD	縣道密度
TRD	鄉道密度
RWD	權重道路密度

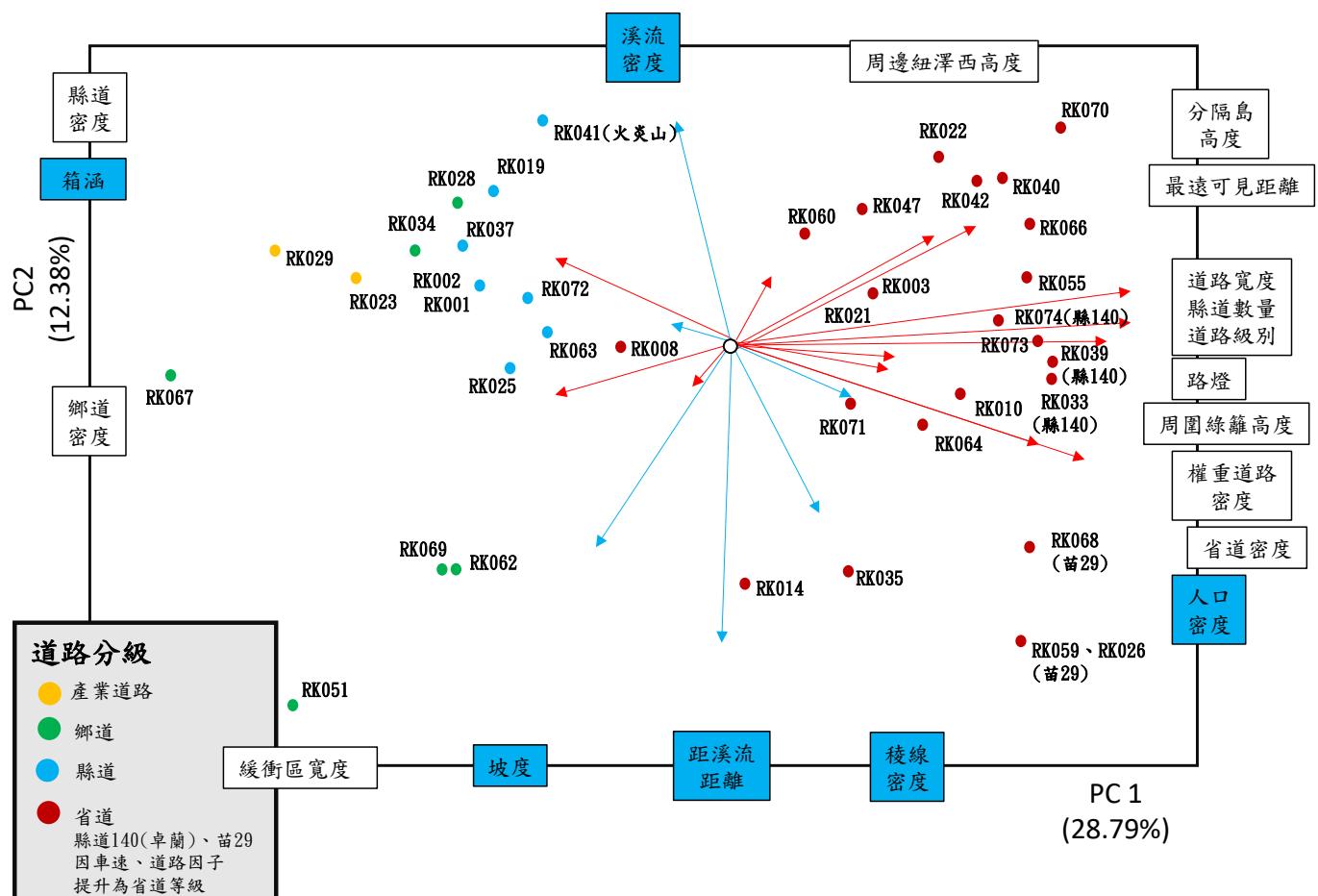
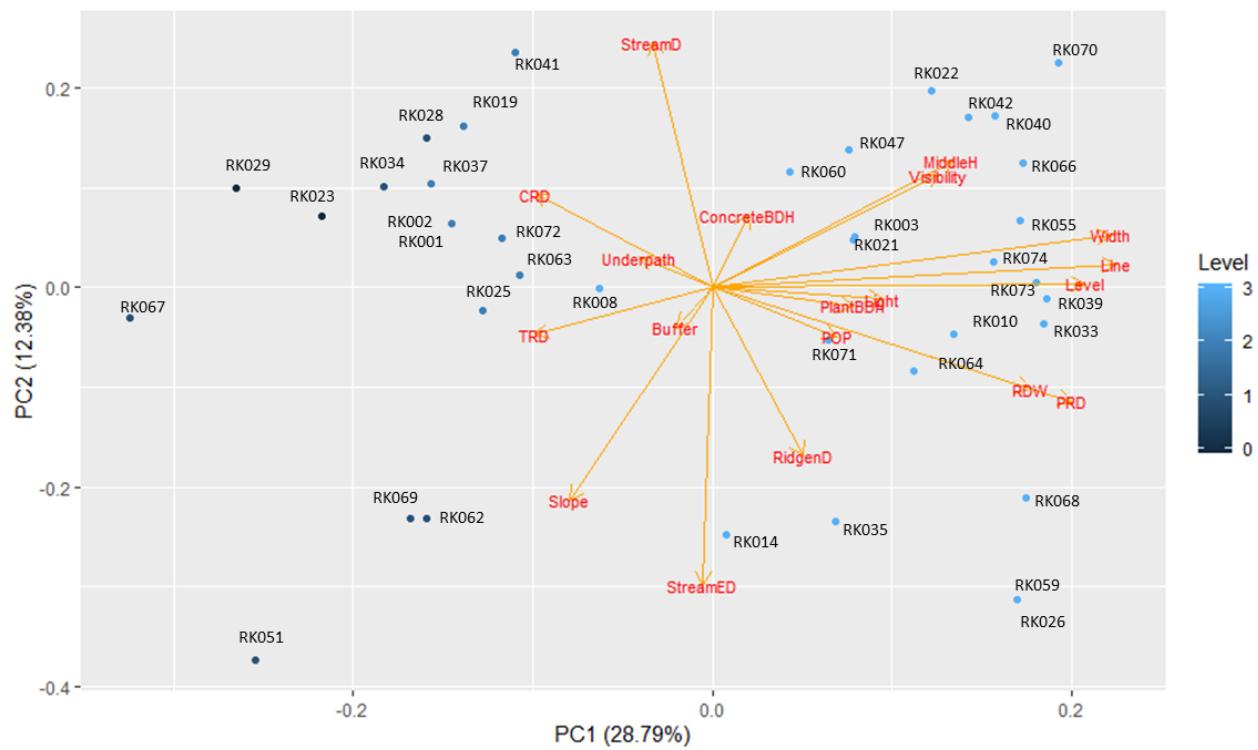


圖 10、路殺樣點環境因子主成分分析，以 PC1 和 PC2 繪製 biplot，Level 表示道路等級(1 是鄉道、2 是縣道、3 是省道)

(三) 苗栗縣路殺大尺度路殺風險評估

1. 苗栗縣路殺分布位置與熱區分析

統計 2011/11/6 開始有石虎路殺紀錄，分析苗栗縣內路殺分布狀況(圖 11)，縣內主要路殺分布於造橋、後龍、通霄、銅鑼等西部鄉鎮及三義、卓蘭等比臨臺中市之鄉鎮。分析縣內石虎路殺發生之路段(圖 12)，可以發現有 27 筆路殺發生在台 3、台 6、台 13 甲、台 61、國 1、國 3 等國省道上，佔縣內所有路殺案例($N=56$)之 48%，而縣內鄉縣道中，又以縣道 128、縣道 140、苗 52、苗 29 四處為主要石虎被路殺路段，共計有 20 筆，約占縣內所有鄉縣道案例($N=29$)的 69%。說明了該四條道路有較高的石虎被路殺風險。

進一步評析苗栗縣內 56 筆路殺資料，本研究之路殺熱區以 QGIS3.2.2 內建之熱區圖繪製工具(Heatmap)進行分析，繪製線性路殺熱區圖 (圖 13)。從整體路殺分布位置與熱區來看，主要集中以下幾處熱區：

- (1) 造橋鄉台 13 甲周遭
- (2) 後龍溪南岸之苗 29 與台 6
- (3) 後龍好望角丘陵台 61 西濱快速道路
- (4) 通霄鎮縣道 128 與銅鑼台 13
- (5) 通霄苑裡國道 3 號
- (6) 卓蘭縣道 140、苗 52 與台 3
- (7) 三義縣道 140 西段與苗 52 西段

若排除國道上 6 筆資料，可以發現以西濱快速道路(台 61)後龍段、縣道 128、縣道 140 火炎山段、縣道 140 卓蘭段及苗 52、苗 29、台 3 鯉魚

潭水庫段、台 13 及台 13 甲等 9 條公路為縣內主要之石虎路殺熱區路段。

在道路特徵上，有以下趨勢：

- (1) 國道、省道、快速道路等路較寬與車速快路段。
- (2) 鄰近溪床與溪谷，如苗 29、縣道 140、苗 52，其中苗 29 和縣道 140 皆為 4 線道，加上筆直，雖然只是縣鄉道，實際上與省道幾乎等級，車速快。
- (3) 山區彎道多路段，如縣道 128。

依據高風險石虎路殺縣道圖(圖 14)，以苗 29、縣道 128、縣道 140 火炎山段、縣道 140 卓蘭段、苗 52、苗 29 等 6 區為主要建議改善路段熱區，其中苗 29 路段並搭配「苗 29 友善動物通道施工中及完工後利用監測暨改善建議分析」計畫進行監測。



圖 11、苗栗縣石虎路殺分布(2011/11/6~2019/6/20 期間)，紅色線段為國道路段，黃色為省縣鄉道

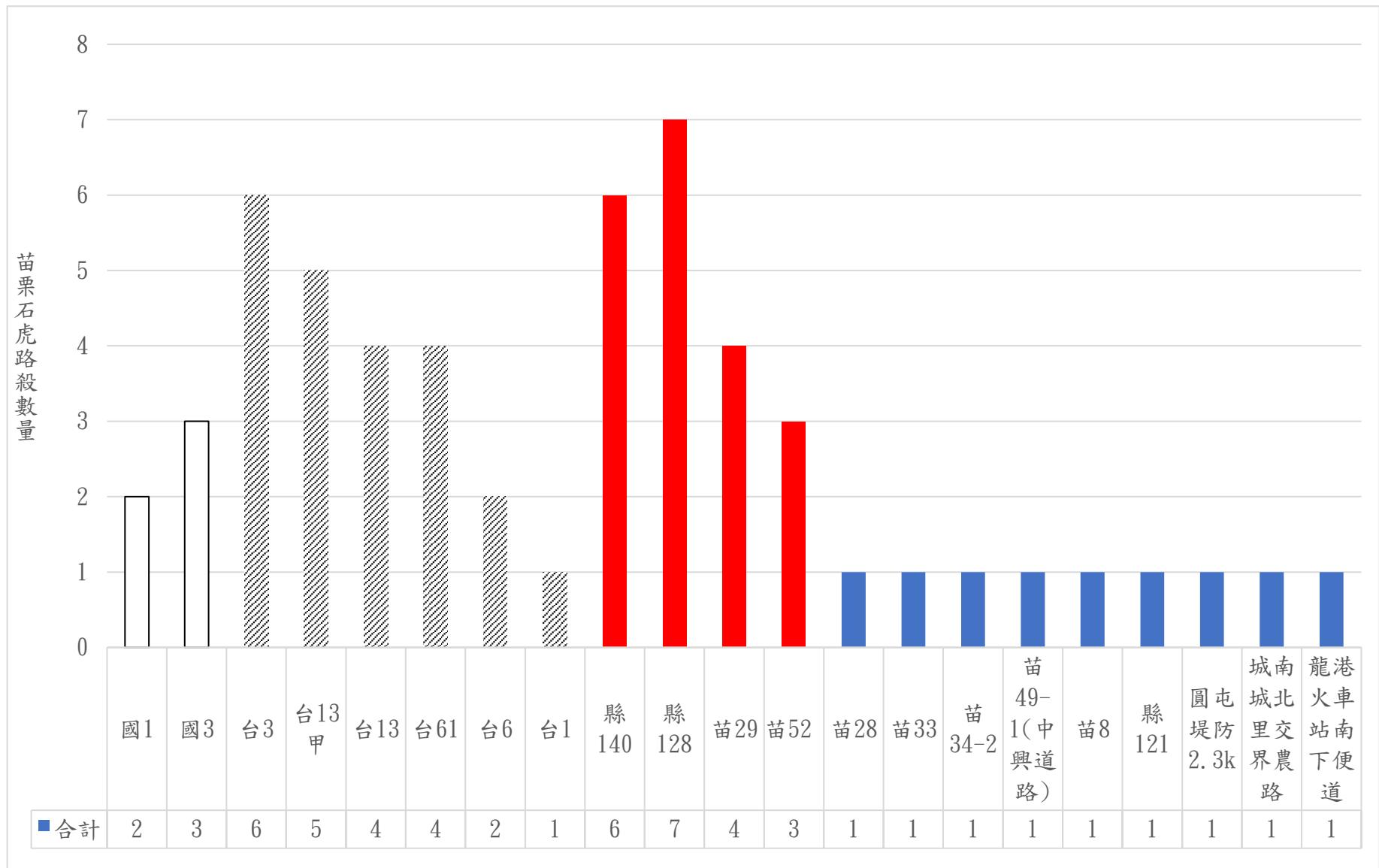


圖 12、苗栗縣各路段石虎路殺統計圖(2011/11/6~2019/6/20 期間)，其中紅色區域為高風險石虎路殺之鄉縣道

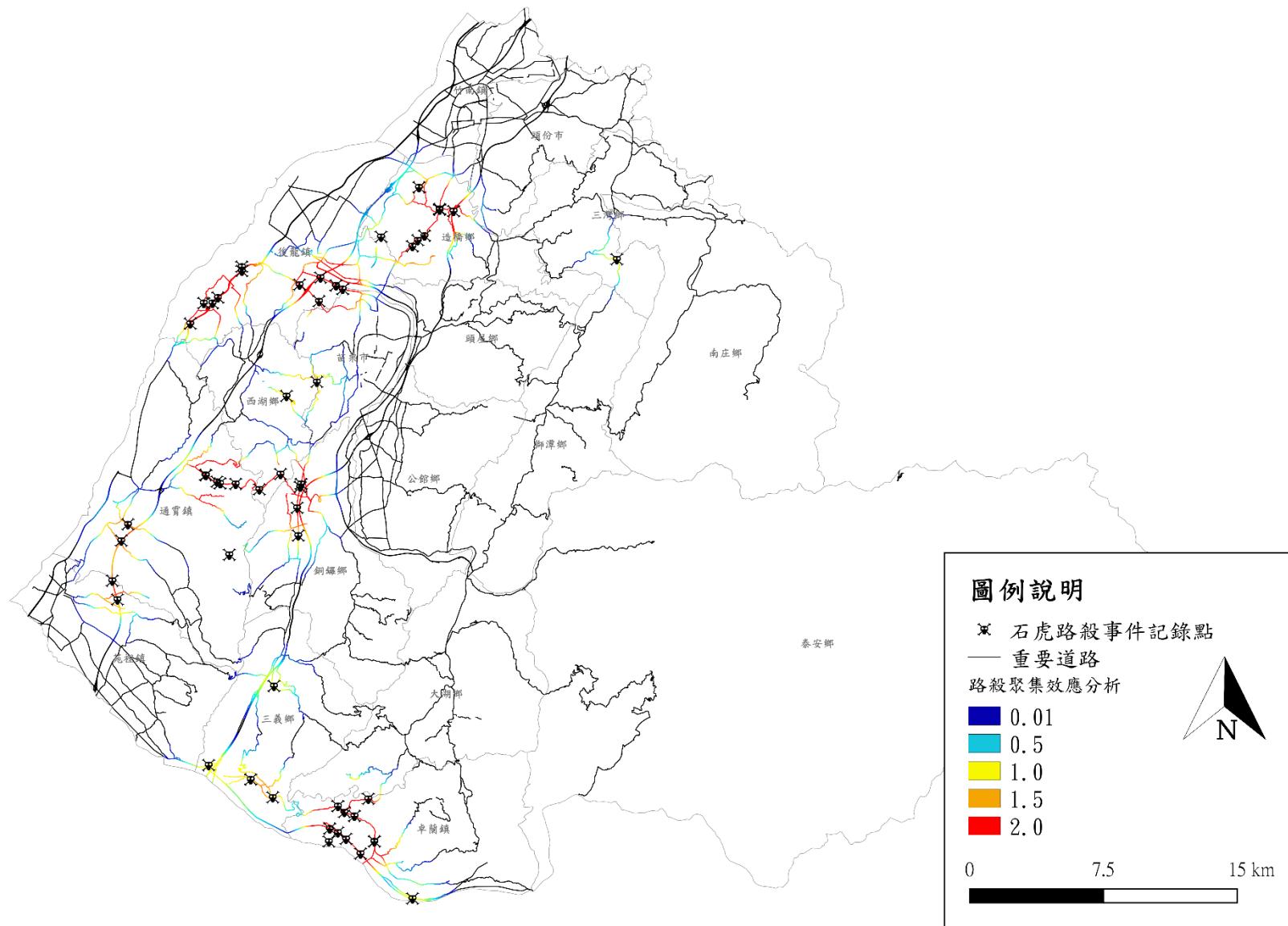


圖 13、苗栗縣石虎路殺線性熱區聚集效應分析，數字為 2.5km 半徑內涵蓋的路殺點數量，色彩越紅代表路殺風險越高，藍色較低。

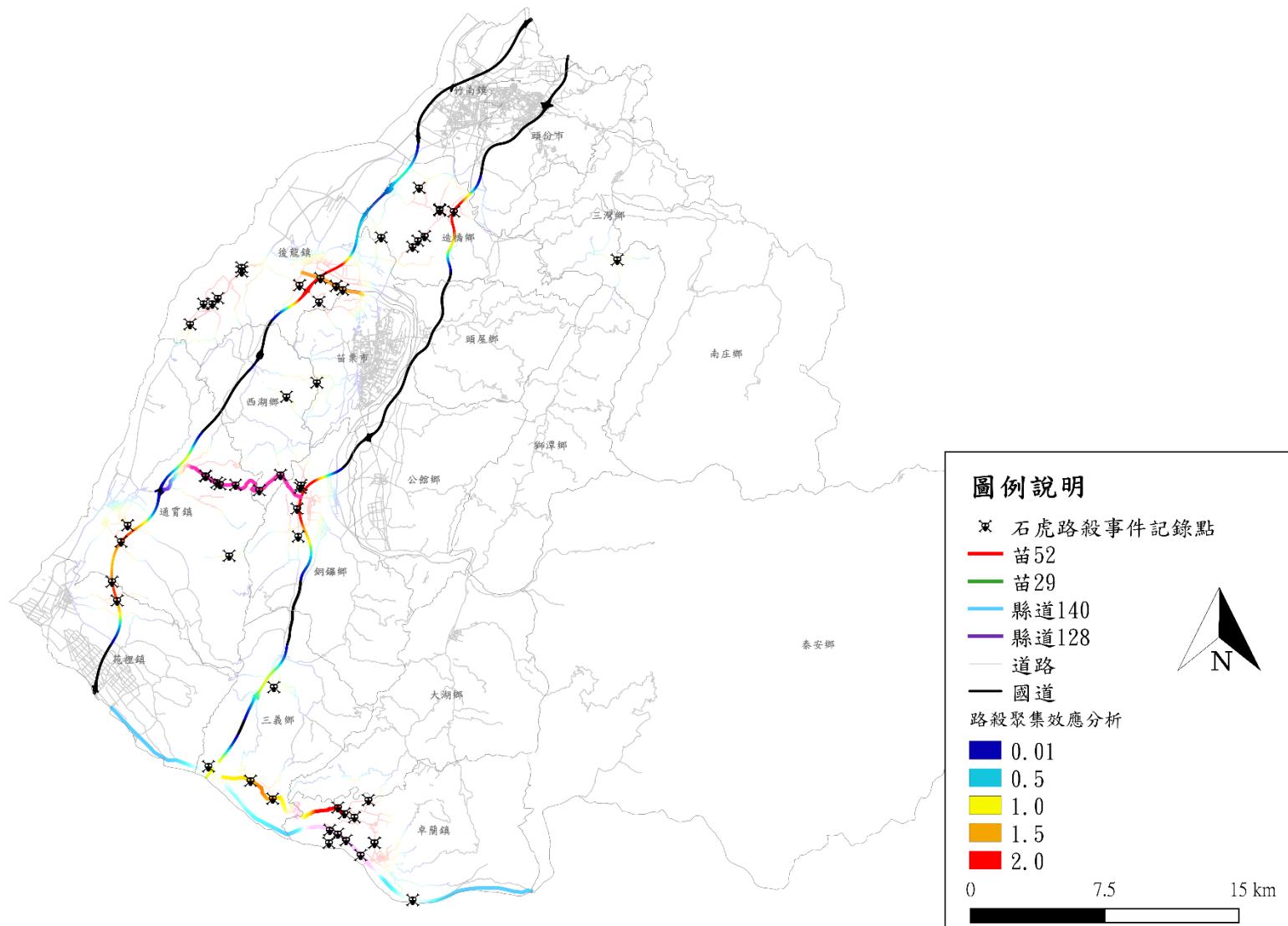


圖 14、苗栗縣高風險石虎路殺聚集效應圖(鄉縣道底圖)，數字為 2.5km 半徑內涵蓋的路殺點數量，色彩越紅代表路殺風險越高，藍色較低。

2. 路殺風險大尺度分析

總計執行 100 次之 receiver operating characteristic (ROC) curve 如圖 15，area under curve(AUC) 平均值為 0.783，標準差為 0.054，顯示模式良好。預測之路殺風險如圖 16，若區分高風險與低風險，如圖 17，針對縣道 140 之路殺風險分析如圖 21。由於模式預測有不確定性，加上高架路段因缺少地理資訊圖層，無法剔除，因此部分較不會發生路殺之國道或快速道路路段，仍被預測為高風險區，但即使如此，可以看出預測高風險區已涵蓋多數既有路殺熱區，分布趨勢相符，值得注意的是，預測為高風險區的大湖鄉台 3 線，以及從大湖鄉往三義鄉、苑裡鎮延伸的縣道 130 也是高風險區，但目前尚未記錄到石虎路殺。這兩個區域都是石虎分布的熱區，兩個路段皆為車速較快或山區彎曲道路，是潛在高風險區，建議未來進行現勘，評估可能的改善方案。

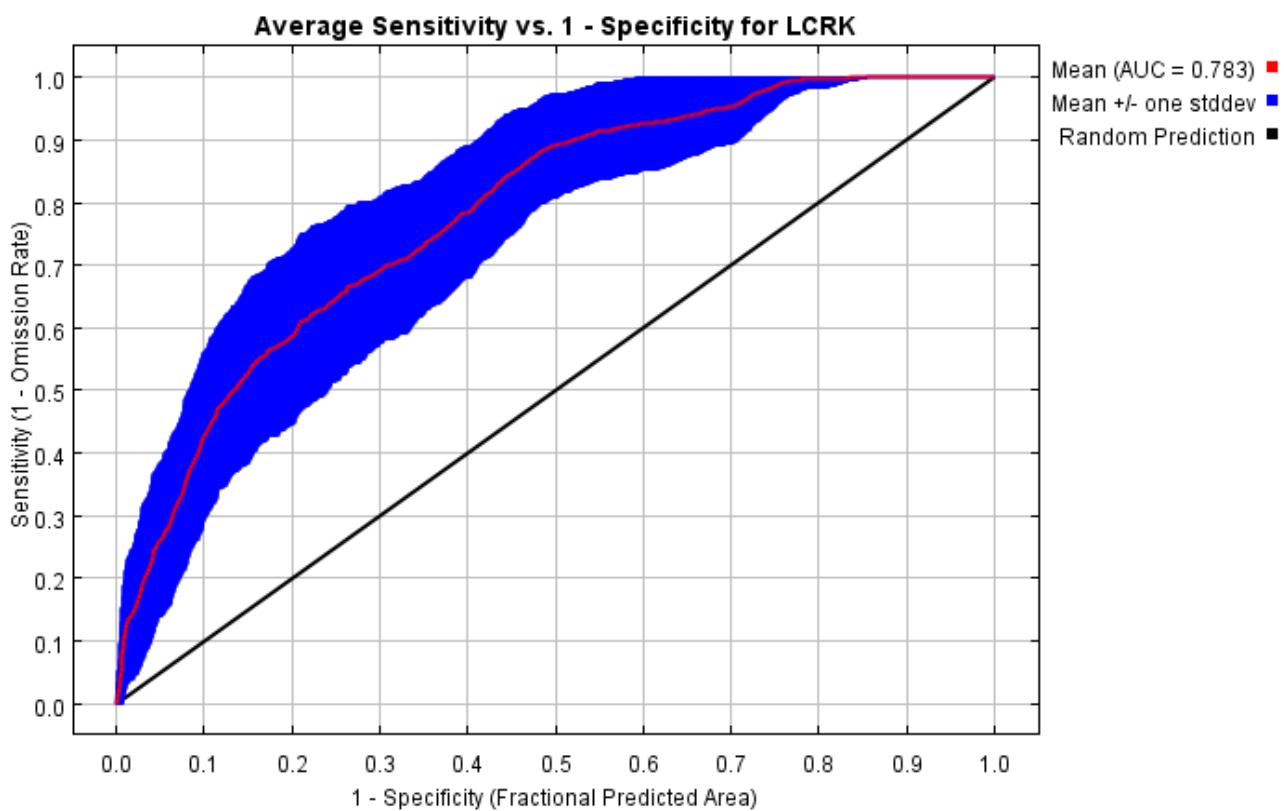


圖 15、執行 100 次 MAXENT，receiver operating characteristic (ROC) 曲線

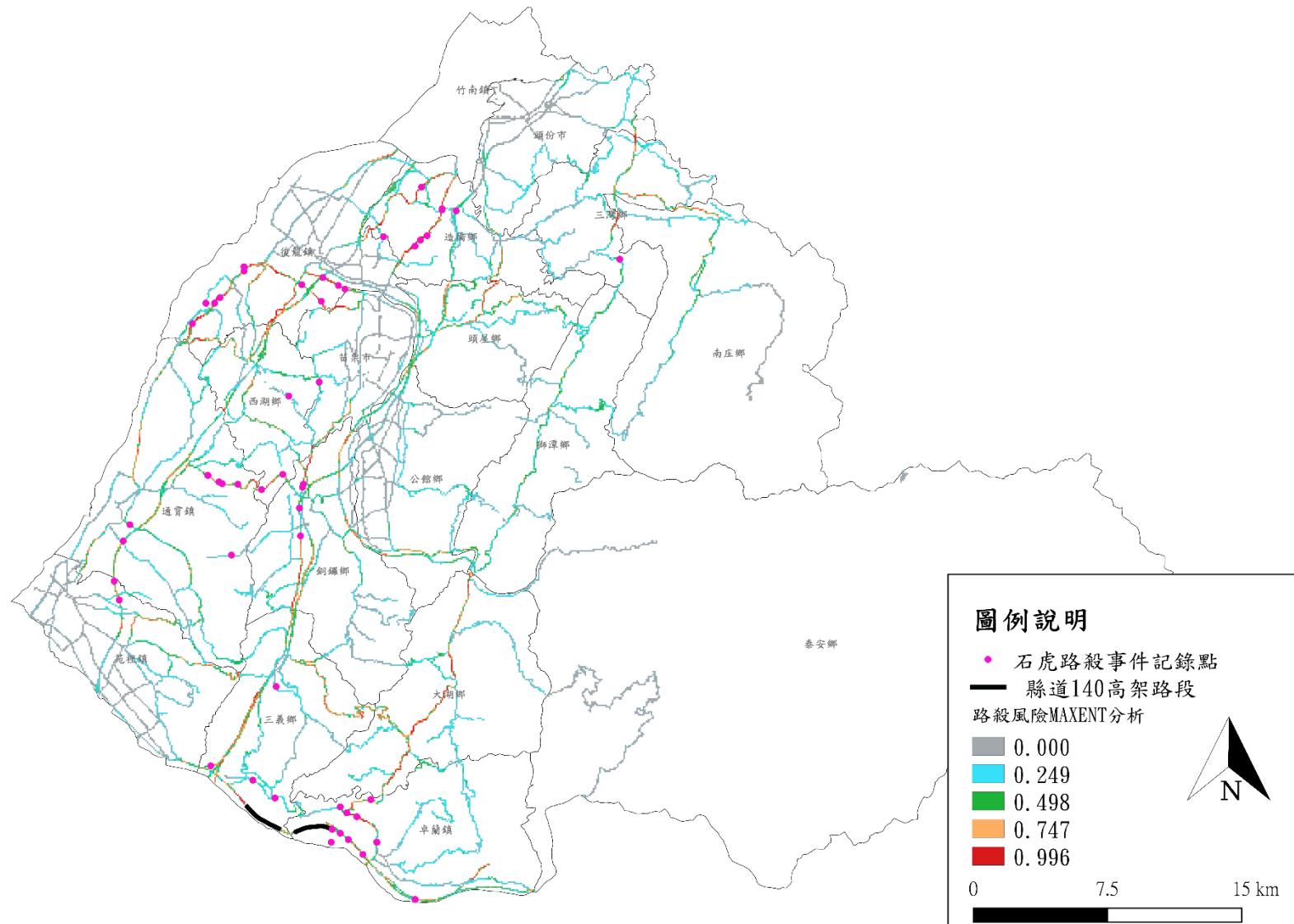


圖 16、執行 100 次 MAXENT，預測之路殺風險(移除目前無石虎紀錄的竹南鎮道路)，以 0~1 機率表示，紅色表示路殺機率最高(路殺統計期間 2011/11/6~2019/6/20)

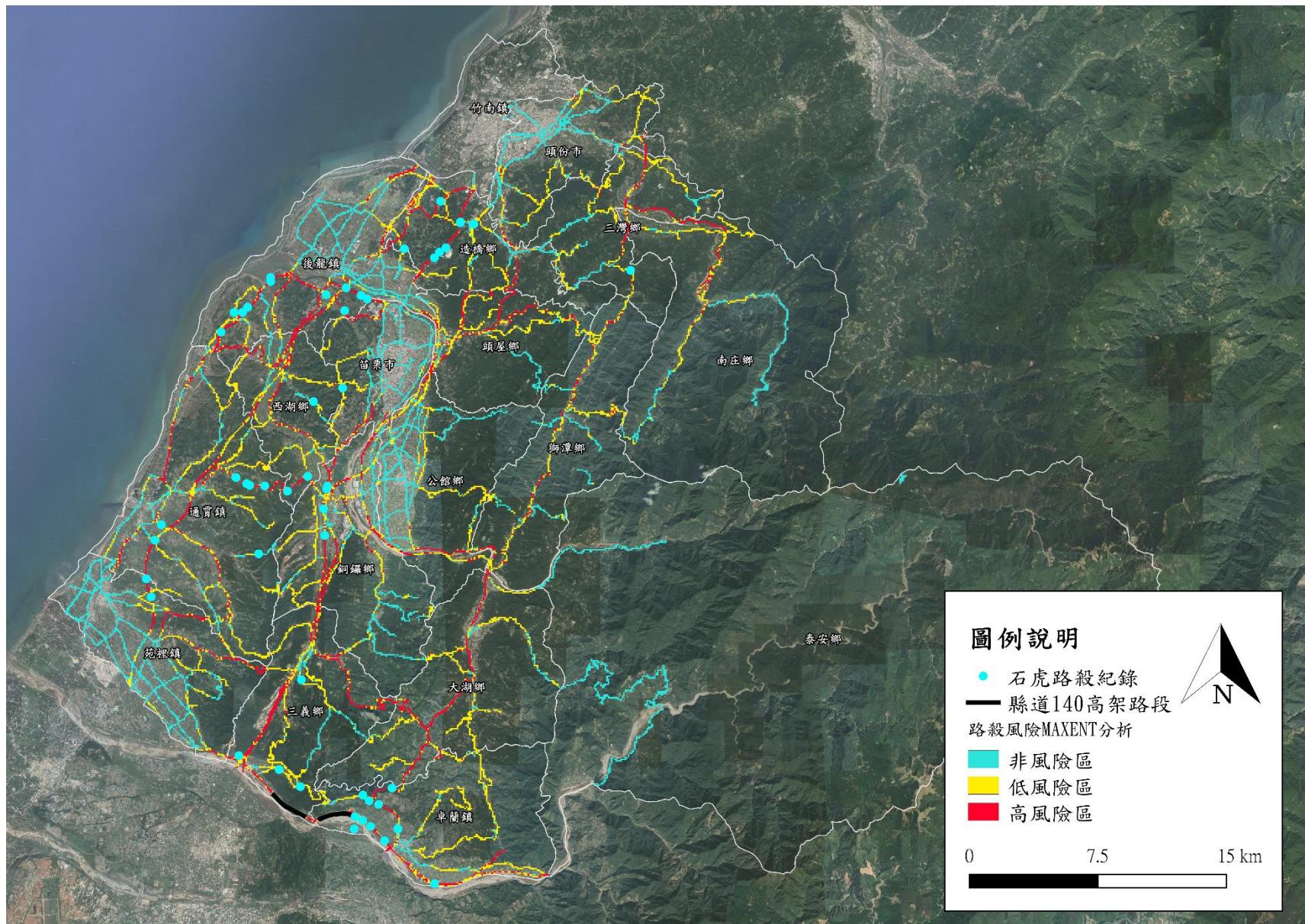


圖 17、執行 100 次 MAXENT，預測之路殺風險分成高風險(紅色)與低風險(黃色)(移除目前無石虎紀錄的竹南鎮道路)

預測分析因子的貢獻度如圖 18，各個因子貢獻度如表 2。因子以石虎出現機率、人口密度、道路等級、道路密度加權分數、溪流密度以及縣鄉道密度有較高的貢獻度或解釋力。整體趨勢，石虎路殺風險，以石虎出現機率越高且道路等越高的有較高的路殺風險，尤其以省道具有較高的影響(註:MAXENT 分析中將縣道 140 與苗 29 以省道等級分析之)，但卻偏向鄉道密度較低、人口較少有較高的路殺風險，可能與這樣的區域車流偏少卻速度較快有關，而道路密度加權分數以及省道密度越高路殺風險越高但在超過一門檻之後則逐漸降低，可能與開發密度超過一定門檻已經逐漸不適合石虎棲息有關。稜線密度則可能與越平坦地區，道路越為筆直或寬廣而車速快有關。

而從整體路殺的分布來看，可以看出，除三灣鄉台 3 線近期 1 筆路殺，以及集中卓蘭三義大安溪畔的縣道 140、苗 52 以及台 3 的路殺熱區之外，苗栗縣所有其他的路殺都集中在國道 1 號的西側。雖然大湖以北的台 3 在預測上是高風險區，但台 3 線以東逐漸偏向較高海拔，也幾乎沒有石虎的紀錄，大湖鄉與獅潭鄉台 3 線兩側石虎的穿越頻度可能不高。而三灣、頭屋、公館、銅鑼到三義，也是石虎分布的熱區，卻幾乎沒有石虎的路殺，或許因為人口較低、車流也不多，也較少寬廣的道路穿越，而較少路殺或較少被發現。另外一個可能因素，則是此區棲地相對比較不破碎，地形上亦較為起伏變化，自由活動犬貓的數量，是否有可能較國道以西區域為低，由於犬貓與石虎的小病毒傳染可能導致石虎較為虛弱而容易路殺 (陳貞志 2018)，是否犬貓的小病毒影響較小而使得石虎路殺風險較低，值得進一步探究，因為國道 1 號以東區域，在同樣為石虎分布的熱區前提下，路殺數量少，石虎與家禽衝突通報案例也

較少，個體的死亡率可能較低，而此區棲地相對較不破碎，本區在石虎保育上將有其重要意義。

表 2、MAXENT 分析之因子貢獻度。

Variable	Percent contribution	Permutation importance
clog_avg	39.3	55.3
townrd_density	17.2	5.8
provincerd_density	13.5	1.4
pop_den33mean	10.9	14.1
road_level2	9.7	4.1
streamden500	3.7	5.7
road_weight_leng	3.1	10.1
ridgeden500	2.1	2.2
highway_density	0.2	0.5
stream_eudis	0.2	0.7
countyrd_density	0	0.2
road_miaoli	0	0

註: clog_avg 為石虎出現機率、countyrd_density 為縣道密度、highway_density 為國道密度、pop_den33mean 為人口密度、provincerd_density 為省道密度、ridgeden500 為稜線密度、road_level2 為該網格最高等級道路、road_miaoli 為限定預測範圍為道路之遮罩、road_weight_leng 為 4 個等級道路密度加權、stream_eudis 為最近溪流距離、streamden500 為溪流密度、townrd_density 為鄉道密度。

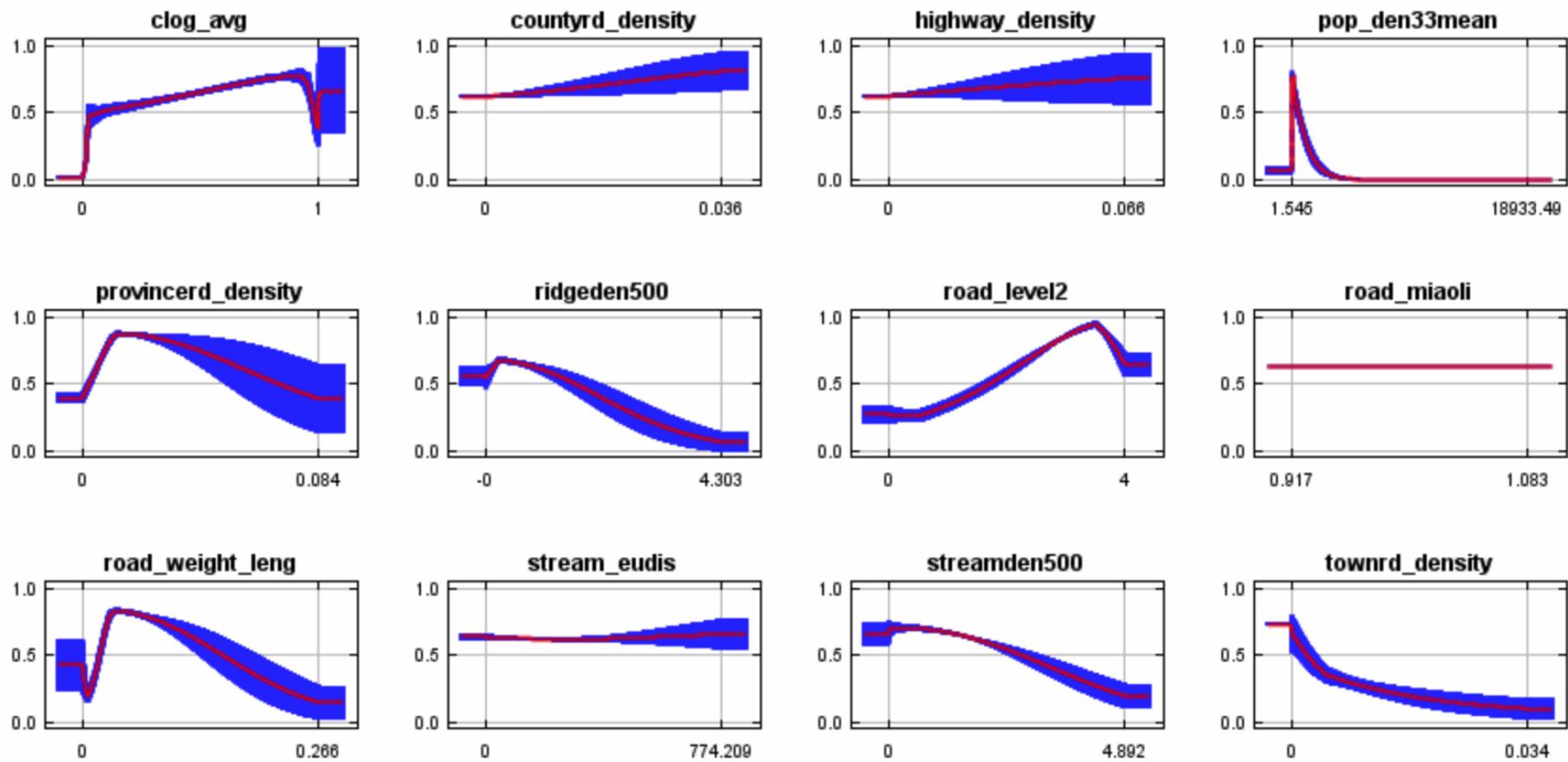


圖 18、MAXENT 分析之因子反應曲線（Response Curve），僅單獨包含該因子之 MAXENT 模式預測機率（紅色為平均值，藍色範圍為正負 1 標準差）。clog_avg 為石虎出現機率、countyrd_density 為縣道密度、highway_density 為國道密度、pop_den33mean 為人口密度、provincerd_density 為省道密度、ridgeden500 為稜線密度、road_level2 為該網格最高等級道路、road_miaoli 為限定預測範圍為道路之遮罩、road_weight_leng 為 4 個等級道路密度加權、stream_eudis 為最近溪流距離、streamden500 為溪流密度、townrd_density 為鄉道密度

卓蘭地區台 3 線、縣道 140 和苗 52 這一區就有超過 10 次的石虎路殺，分析周遭環境，台 3 線在鯉魚潭和老庄溪中間這一段，因為鯉魚潭水域以及老庄溪高落差的三面光工法(圖 19)，此區形成一狹長區域(圖 20)，石虎在此區活動可能更頻繁來回穿越台 3 線，很有可能使得其路殺風險提高。同樣地，縣道 140 位於三面光老庄溪與大安溪之間，石虎可能需要頻繁穿越縣道 140 到大安溪床草生地覓食，再回到縣道 140 北側，因而提高路殺風險。老庄溪若能在多處建構橫跨溪上方的簡易且帶有植栽的平台跨越橋，且讓石虎容易發現的形式，應可減少老庄溪的隔離效應，或有減緩此區漏斗效應所可能增加的路殺風險。

即使縣道 140 在 23K 以西路段到三義之間僅一筆火炎山隧道口之路殺，但本區透過 MAXENT 路殺風險預測分析，也顯示整體是高風險的路殺區域(圖 21)，在後續路殺減緩上仍建議加以注意，尤其 23K 以西兩段高架段底下是石虎可以安全穿越的路段，保持此兩處高架路段底下河床棲地的自然度，可供石虎棲息與穿越，相當關鍵。而老庄溪在石虎濕地公園附近開始就不是三面光，仍然是自然溪流的狀態，旁邊的自動相機有拍到石虎出沒，因此此區河段保持自然(圖 19)，一樣對於石虎穿越移動非常關鍵。從姜博仁等(2017a)之石虎關鍵棲地評析提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來看，縣道 140 的路殺減緩，以及保持本區石虎族群交流廊道的暢通，在石虎保育的議題上應是一個刻不容緩的工作。



圖 19、老庄溪三面光工法石虎無法穿越(上圖)，下游匯入大安溪則仍舊保有一段自然溪流(下圖，取自 google 街景)



圖 20、鯉魚潭、台 3 線、三面光老庄溪、縣道 140、大安溪、卓蘭市鎮可能形成之漏斗效應與石虎路殺相對位置

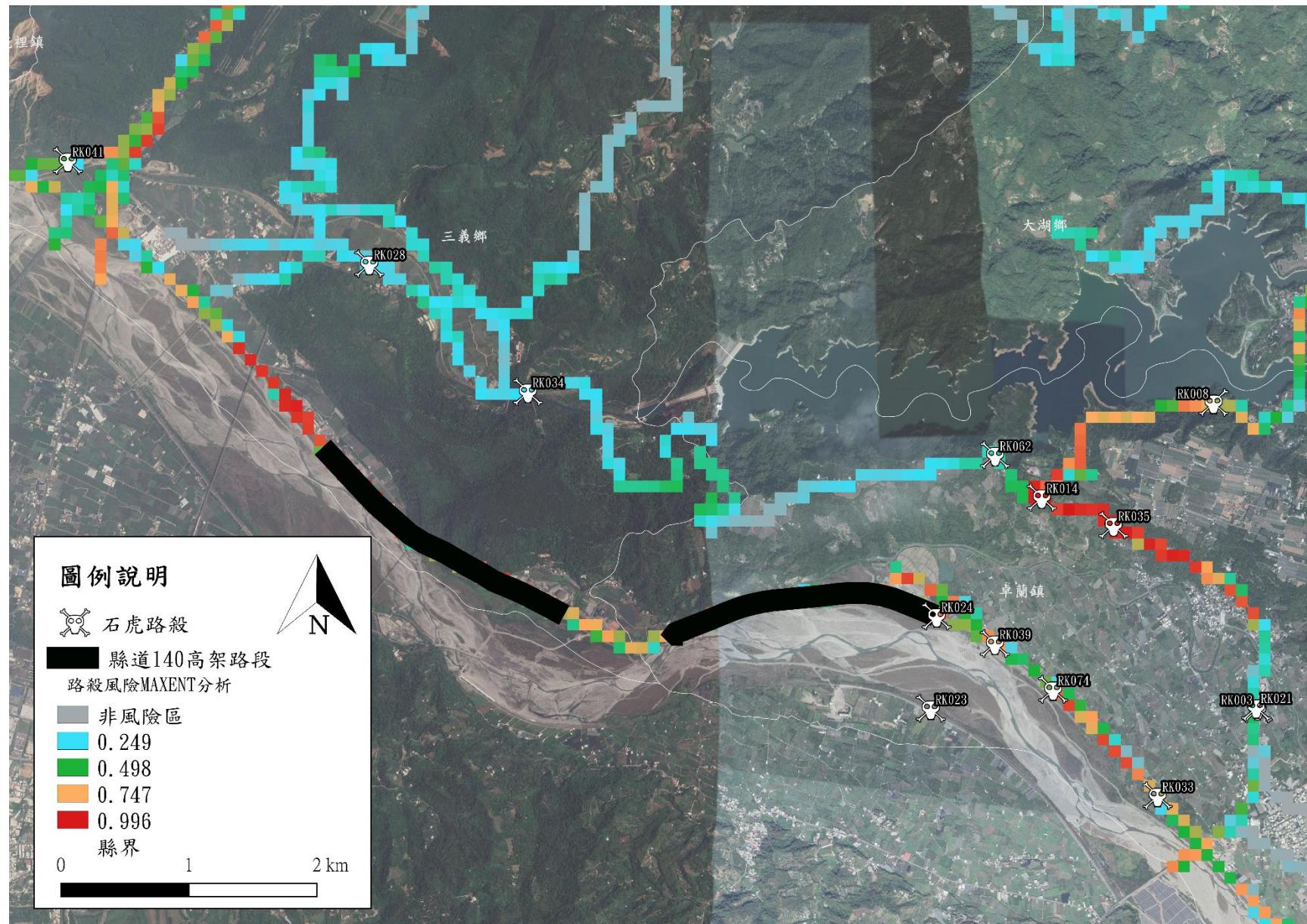


圖 21、縣道 140 路殺熱區 MAXENT 預測之路殺風險

(四) 路殺地點現勘、自動相機監測與改善建議

1. 路殺現場勘驗及自動相機架設概況

總計架設 61 台自動相機，架設道路包括縣道 140、縣道 128、苗 8 鄉道、苗 14 鄉道、苗 29 鄉道、苗 52 鄉道(圖 22、附表二)。其中共有 36 台自動相機有監測到石虎出沒。原始記錄此區在兩端隧道出口各有一筆路殺，但隧道西口路殺點原始座標為誤植，實際路殺點在縣道 140 的 23K 左右(期末審查時由特生林育秀委員提出他們現勘過後之正確座標)，由於隧道出口因車速較快，加上環境與隧道東口路殺點類似，因此仍針對兩端出口環境加以敘述。

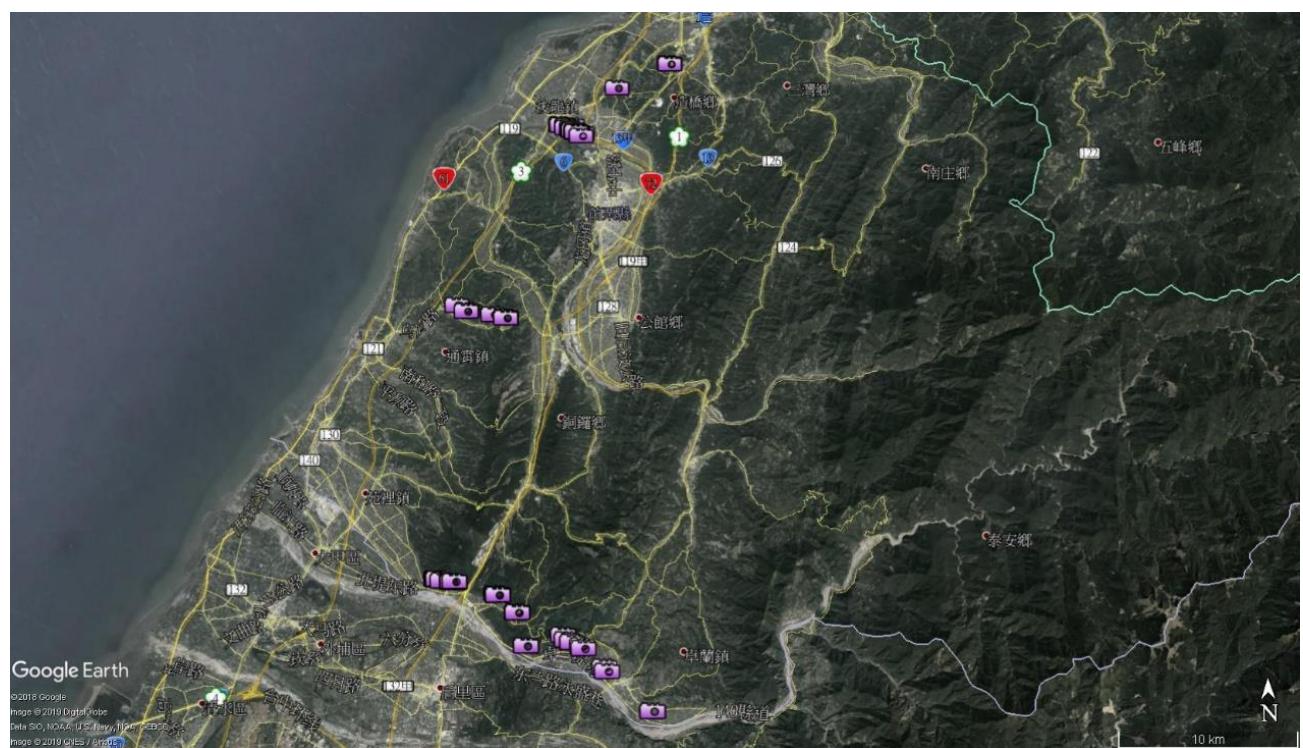


圖 22、紅外線自動相機監測架設點位分布圖。

2. 縣道 140 火炎山隧道段

(1) 路殺點現勘描述

i. 縣道 140 火炎山隧道西口 (圖 23)

道路為約 12 公尺寬雙線道，出隧道時彎度微彎後銜接長直線，故行經此處通常車速較快。距隧道口約 150 m 處有一長寬約 80 cm 的涵洞穿越道路下方。隧道口約 150 m 內有數盞路燈，但往西進入長直線之路段並無路燈。道路北側為火炎山自然保留區，植被類型為樹林與草地鑲嵌；道路南側緊鄰大安溪畔。推測石虎行進路線若由火炎山自然保留區往返大安溪畔時則有遭到撞擊風險。此外於 2018 年 10 月 1 日現勘時於隧道口外約 150 m 處北側路旁有發現一具白鼻心屍體，而周邊亦各發現一具野狗與野貓屍體，顯示該路段可能具有較高的路殺風險。即使本段未有實際石虎路殺案例，仍須加以注意。

此外，今年 3 月 28 日至現場進行自動相機例行巡視作業時，發現台灣自來水公司於附近進行水管橋架設工程，並於路殺點旁路段設置長度約 500 m 之鐵皮，所架設鐵皮範圍，野生動物將無法直接橫跨馬路兩端。據告示牌說明，施工將至民國 112 年 12 月 31 日止。

ii. 縣道 140 火炎山隧道東口(RK041)

位於火炎山隧道東側出口外約 250 m 處(圖 23)，道路為約 12 m 寬雙線道，出隧道時彎度微彎後銜接長直線，因此行經此處通常車

速較快。距隧道口約 60 m 處有一寬約 6 m、高 1.5 m 之涵洞穿越。隧道外路燈範圍延伸約 200 m，然而之後含路殼點處皆無路燈。道路北側為火炎山自然保留區，環境以樹林與草地為主，道路南側緊鄰大安溪支流景山溪。推測石虎行進路線為往返於火炎山自然保留區與景山溪之間時遭到撞擊。

(2) 自動相機拍攝結果

於縣道 140 火炎山隧道周邊共架設 10 台自動相機進行監測(圖 23)，共記錄到 13 目 30 科 41 種動物，其中包含 I 級保育類的石虎、II 級保育類的麝香貓、藍腹鵲、冠八哥及臺灣畫眉，III 級保育類的食蟹獴、紅尾伯勞及臺灣藍鵲等保育類野生動物(附錄三)。本路段共有 6 台相機曾拍攝到石虎，OI 值介於 0.25~10.26 之間，以火炎山隧道東側上方石虎出沒較為頻繁，該地點常拍攝到石虎耙地及排泄等行為，推測因該地點為石虎標記領域場域使得 OI 值偏高。位於火炎山隧道東側道路下方涵洞內相機亦曾記錄到石虎進出，然而 OI 值較低，該涵洞大多為白鼻心及鼬獾使用，推測可能與涵洞南側出口外草叢甚密，使得石虎較不偏好使用，此外，在缺少導引設施的前提下，石虎可選擇穿越道路的途徑甚多(直接穿越、利用隧道上方穿越)，自然減少使用涵洞的機率。

火炎山隧道周邊的相機幾乎都有記錄到犬、貓出沒，此外，犬、貓於火炎山隧道西側活動頻度整體來說較高(圖 24)，可能與隧道西側距離人類聚落較近有關。



圖 23、火炎山隧道自動相機、路殺分布圖

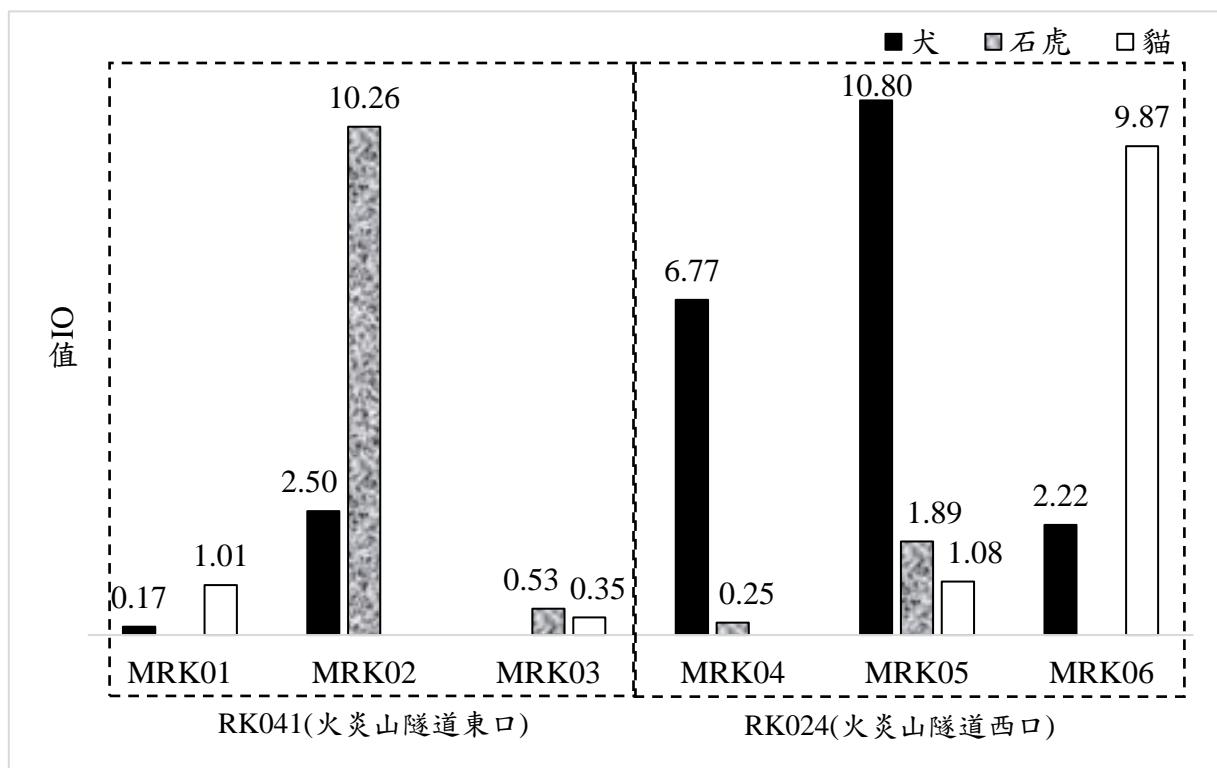


圖 24、火炎山隧道東口與西口之犬、貓與石虎 OI 值比較圖。

(3) 改善建議

i. 火炎山隧道西側出口路段（圖 25）

(i) 設置防護網

建議於此路段設置防護網以阻絕動物直接橫越馬路；設置範圍由隧道西側出口兩側往西延伸至最鄰近民宅旁之溪溝，起訖點為(221XXX,2694XXX)及(221XXX,2694XXX)，長度約 470 m，含道路兩側設置總長度約 940 m；防護網設置可參考苗 29 鄉道已設置之防護網形式，高度至少 2 m，並須與路面邊際至少保留 1 m 的緩衝區域以供用路人緊急使用。此外，目前台灣自來水公司於附近進行水管橋工程，於本段道路路旁南側設置約 500 m 之鐵皮，間接具有隔離動物穿越之效，因此建議本段道路之防護網可先設置水管橋工程鐵皮以外之範圍，待該鐵皮拆除後，再行補設該範圍之防護網。預計架設防護網後，石虎等野生動物若欲穿越此路段，將可由隧道上方或是距隧道口約 470 m 處之溪溝橫越，透過防護網完全阻絕此路段野生動物直接穿越馬路動線，來降低其遭路殺之風險。

火炎山隧道西側出口外約 150 m 處有一寬、高約 60 cm 小型涵洞穿越道路下方並銜接道路兩側水溝，然而監測期間僅以犬、貓及鼠類使用為主，並未發現石虎等其他原生食肉目動物使用。此外，由於其出入口皆具有水井，加上缺乏導引，因此認為食虎應較傾向直接橫越馬路。

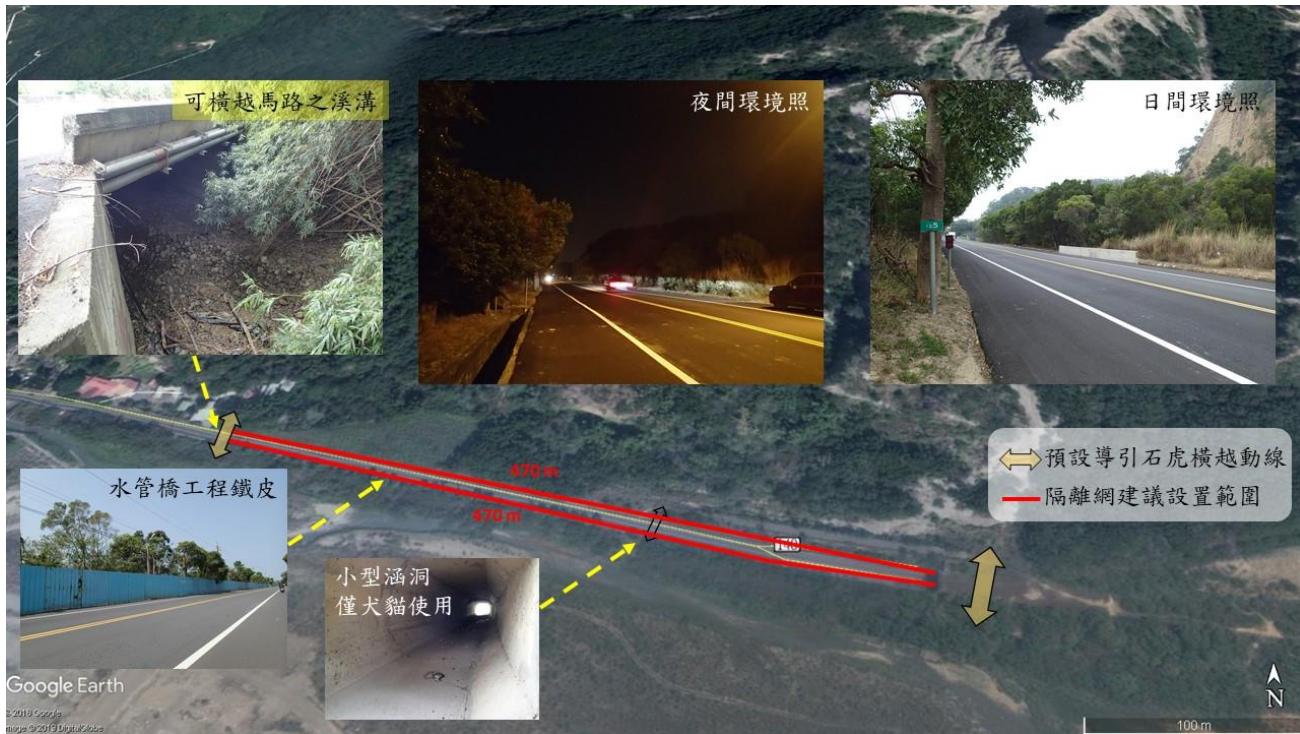


圖 25、火炎山隧道西側出口段改善建議圖。紅線為防護網建議設置範圍。黃色粗箭頭為預設導引石虎穿越馬路動線。



圖 26、火炎山隧道東側出口段改善建議圖。紅線為防護網建議設置範圍。黃色粗箭頭為預設導引石虎穿越馬路動線。

ii. 火炎山東側出口路段（圖 26）

(i) 設置防護網

建議於此路段外設置防護網以阻絕動物直接橫越馬路；設置範圍由隧道東側出口兩側往東延伸至近台亞加油站處，道路北側建議防護網長度為 385 m，起訖點為(222XXX, 2694XXX)及(222XXX, 2694XXX)，南側由於靠加油站端路肩腹地較小，因此建議防護網長度為 300 m，起訖點為(222XXX, 2694XXX)及(222XXX, 2694XXX)；道路兩側防護網共計 685 m。防護網設置可參考苗 29 鄉道已設置之防護網形式，高度至少 2 m，並須與路面邊際至少保留 1 m 的緩衝區域以供用路人緊急使用。預計防護網設置後，石虎可由隧道上方或是道路下方涵洞來橫越馬路。

(ii) 定期整理涵洞外部植被：

隧道東側出口外約 50 m 處有一寬、高約 4 m*1.5 m 的涵洞穿越，透過自動相機監測，石虎曾經使用但頻度不高，以白鼻心及鼬獾使用較為頻繁。涵洞南側出口較為狹窄，且外部芒草叢生、並無明顯獸徑；因此推測石虎使用此涵洞頻度不高應與涵洞南側植被過於密集，以及涵洞周邊並無顯著導引有關，使得石虎有較高的機率是直接橫越馬路。因此除了設置防護網阻絕石虎直接橫越馬路外，建議須定期整理涵洞外部植被，降低其植被密度以增加石虎使用意願。

3. 縣道 140 卓蘭段

(1) 路殺點現勘描述

i. 縣道 140 約 23.5K 處(RK024、RK039、RK074)

此 3 路殺點彼此相距約 500 m，整體環境類似，RK024 位於縣道 140 約 23 K 處、RK039 約位於縣道 140 之 23.5 K、RK074 約位於 24 K 處(圖 31)，本段道路為約 12 m 寬之 4 線道，道路中央有高約 60 cm 之水泥分隔島。路殺點前後路段無明顯彎道與上下坡，沿途皆有路燈，對駕駛人來說夜間能見度尚佳，然而行經該路段之車速普遍甚快。道路旁因種植低矮灌叢型綠籬，幾乎完全無緩衝區；此外，亦很可能對欲穿越馬路的動物造成視覺死角，增加穿越馬路時遭撞擊的風險；此外此路段之道路無路肩設置，機慢車、行人等亦較無閃避空間，加上常有砂石車等重型車輛行駛期間，整體來說道路設計對於用路人及野生動物皆不甚友善。道路為西北至東南向，東北側以農墾區為主，多為種植水梨、葡萄等作物，並有數條產業道路坐落其間並與縣道 140 有多處路口。路殺點往北約 600 m 處為老庄溪，老庄西北側即進入丘陵地形，其上則為亦發生數起石虎路殺事件的台 3 線；道路西南側緊鄰大安溪畔，亦有部分為農墾區鑲嵌；在大安溪床上及大安溪濕地公園靠老庄溪側均有發現過石虎排遺(圖 27)。推測石虎活動地區應含括老庄溪以北之丘陵地區、道路北側農墾區至大安溪溪床，因此活動時若選擇穿越縣道 140 時即有可能遭到撞擊。此路段速限為 60 km/hr，然而僅於 20 k 處有設置固定式測速照相機，本路段雖有設置注意野生動物路牌來提醒用路人，但現勘時所遭遇車輛大多車速仍甚快。

ii. 縣道 140 約 25K 處(RK033)

約位於縣道 140 之 25 K(圖 31)，整體環境與路殺點 RK039 相似。本路殺點約 100 m 內有一處長寬約 50 cm 的小型涵洞，現勘時內有流水，且洞口蜘蛛網密布，顯示當時甚少有中、大型動物穿越。此外，道路西南側臨大安溪畔之腹地較大，除了有部分農墾區外，另有一處小型養雞場坐落其間；養雞場可能會吸引石虎靠近，然不清楚路殺發生時該處是否已有養雞場。近卓蘭大橋之路旁堤防上也曾發現過石虎排遺(圖 28)。現勘時該段大安溪床水量不多，南北岸陸地腹地相鄰，皆位於石虎關鍵棲地範圍內，若石虎欲往返大安溪兩側之核心棲地，皆很可能利用此路段進行穿越。

iii. 縣道 140 約 29K 處(RK031)

約位於縣道 140 之 29 K 處 (圖 30、圖 31)，為微具彎度的雙線道。夜間路燈頗為明亮，然而整體道路偏直，行經車速普遍較快。主要車道旁之緩衝區至少大於 2 m，且無種植低矮灌木作為綠籬，對於用路人及野生動物來說，整體環境較 23 K~25 k 路段來的友善。道路北側為以種植葡萄及水梨為主的農墾區，距離內灣里丘陵地約 1 km；道路南側緊鄰大安溪堤岸。推測石虎平常即活動於周邊環境，途經縣道 140 時便有遭到撞擊的風險。

(2) 自動相機拍攝結果

縣道 140 卓蘭段共架設 9 台自動相機，共記錄到 11 目 29 科 40 種動物，其中包含 I 級保育類的石虎、II 級保育類的北雀鷹、鳳頭蒼鷹、冠八哥及臺灣畫眉、III 級保育類的食蟹獴及紅尾伯勞等物種(附錄四)。卓蘭段 9 台自動相機中共有 6 台拍攝到石虎，其 OI 值介於 0.50~3.09 之間，拍攝到石虎的環境多位於溪床及其周邊，其中與道路距離較近相機為 MRK12 與 MRK15，距離道路分別約 15 m 與 22 m。架設於道路旁之相機(MRK10、MRK11)則為記錄到石虎，推測應與周邊環境多為果園，石虎可能行進的路線甚多，因此降低被拍攝到的機率。

卓蘭段的自動相機中，較鄰近道路的相機大多皆有拍攝到犬、貓活動，僅少數位於溪床或較遠離道路之相機未拍攝到犬與貓(圖 32)。值得注意的是，位於 20 K 附近(MRK19)及大安溪濕地公園旁之自動相機(MRK34)皆曾拍攝到掛設發報器的獵犬，這些獵犬除了可能直接獵捕石虎外，由於地點鄰近道路，亦可能在追捕過程中間接增加石虎遭路殺的機會。此外，架設於 20 K 溪床上之 MRK19 自動相機，在今年 3 月 28 日例行巡視時發現原架設處可能因砂石業者進行整地而遭到掩埋(圖 29)，或許溪床上的疏浚工程亦可能對石虎棲地造成一定的擾動影響。



圖 27、縣道 140_23.5K 旁溪床上之石虎排遺。



圖 28、縣道 140_25K 路旁堤防上之石虎排遺。



圖 29、縣道 140_20K 處架設之 MRK19 自動相機處環境照。左圖為整地前、右圖為整地後。



圖 30、縣道 140_29K 處(RK031 路殺點)之現場環境照。左圖為日間環境照、右圖為夜間環境照。





圖 31、縣道 140 卓蘭段之自動相機、路殺分布圖

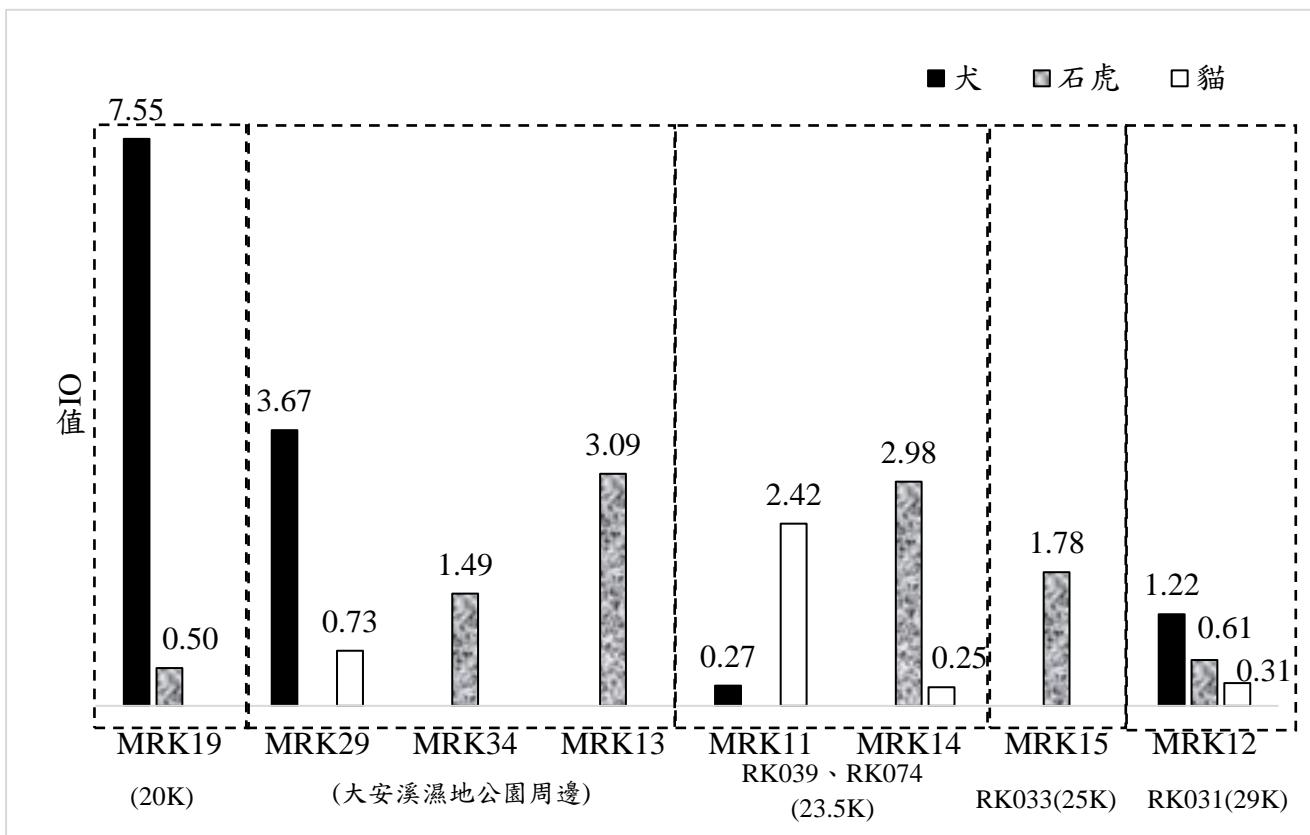


圖 32、縣道 140 卓蘭段之石虎、犬與貓之 OI 值比較圖。

(3) 改善建議

i. 大安溪濕地公園周邊（圖 33）

(i) 設置防護網

大安溪濕地公園旁甫為高架路段銜接平面路段，自高架路段往平面路段時，用路人有可能因坡度而增加行車速度，進而提高野生動物遭路殺風險。由於此段道路周邊較無果園或其他路口，因此建議可以參考苗 29 設置防護網以阻絕野生動物穿越。設置起訖點北側為(229XXX, 2691XXX)及(229XXX, 2691XXX)，長度約 215m，南側為(229XXX, 2691XXX)及(229XXX, 2690XXX)，長度約 385 m。於大安溪濕地公園靠近老庄溪側，以及鄰近公園旁之大安溪床均有拍攝到石虎。因此設置隔離網後，預設野生動物仍可經由高架路段下方往返道路兩端。目前大安溪濕地公園尚未完工，後續第二期將進行公園東側植栽規劃，由於該區域位於石虎往返道路兩側的重要廊道上，因此將來該區域的規畫應該要審慎評估，朝向適合石虎棲息的環境進行經營管理。

(ii) 老庄溪三面光結構改善工程

老庄溪橫跨鯉魚潭、壠西坪與大安溪北岸之間，其落差大的三面光結構可能嚴重切割石虎於上述地區之行進動線(圖 19、圖 20)，使得石虎只能集中沿著老庄溪兩端移動，間接可能導致其產生漏斗效應而增加路殺風險，例如台 3 線卓蘭段北側有鯉魚潭，南側則為老庄溪，加上此處環境為稜線，屬於石虎經常

利用移動環境，石虎可能在此區因為南北受限而此處經常穿越台3線，而140縣道北側為老庄溪，因此石虎經常穿越140縣道來回大安溪床。因此建議偕同相關水利主管單位進行老庄溪三面光結構改善工程研討，例如設置橫跨老庄溪之友善廊道供石虎使用，以舒緩本地區石虎遭路殺風險。



圖 33、縣道 140 之大安溪濕地公園段改善建議圖。紅線為防護網建議設置範圍。黃色粗箭頭為預設導引石虎穿越馬路動線。

ii. 23 K~25 K(圖 34)

由於本路段周邊多為私人果園，且有數條農路相接，因此不適合以防護網形式來隔絕野生動物穿越，此外本路段尚無發現石虎主要穿越熱區，加上難以設置防護網進行導引，因此現階段若設置涵洞恐成效不佳，但仍可透過下列方式來減緩路殺

風險：

(i) 設置區間測速照相機

本路段速限 60 km/hr，然而由於道路寬直，因此大多用路人車速均偏快，加上兩個高架路段下坡處車速可能更快，此外本路段亦常有砂石車等重型車輛行駛，加上並無設置路肩，各型式車輛行駛於相同車道上，對於用路人及野生動物均可能造成相當風險。又因本路段距離較長，加上私有用地與多處農路叉路口，防護網效果較為侷限，因此建議設置區間測速照相機應是本區減緩路殺最優先考慮之方式。本路段長度約 3 km，由於本路段往前亦較少其他較大叉路，參考工務處與警察局提供建議，以及 MAXENT 大尺度分析預測顯示縣道 140 幾乎都為高路殺風險區，因此自三義端約 16K 處開始較無其他叉路開始，結束於卓蘭大橋前約 25K 處，長約 9K，應可以有效降低此路段車速，達到減緩路殺目的。

本年度 5 月 31 日由卓蘭鎮公所提案之提升縣道 140 卓蘭段速限提升現勘，當日苗栗縣政府之公務課、農業課、警政單位、三義鄉公所、卓蘭鎮公所及本公司均派員至現場會勘討論速限提升提案。由於考量本路段近期曾發生數起嚴重交通事故、以及石虎於道路周邊穩定出沒，因此決議結果將不進行速限提升。

(ii) 清除綠籬

本段道路旁之低矮綠籬除了限縮路旁緩衝區範圍外，亦可能會對野生動物與用路人雙方造成視覺死角，降低彼此反應時

間而增加路殺風險。因此建議清除本路段之低矮綠籬，而原有喬木之行道樹仍可保留。清除綠籬起訖點為(229XXX, 2691XXX)及(231XXX, 2689XXX)。

若考量完全清除綠籬會導致民眾產生負面觀感，建議將綠籬改植為草皮，仍可保有整體道路景觀視覺效果，而所增加些為空間亦可提供石虎與用路人彼此預警的緩衝區。而為對應道路中央之紐澤西護欄空隙，建議於紐澤西護欄設置路燈缺口處所對應之綠籬可完全清除約 2 m 範圍，以期導引石虎使用該缺口通過馬路，並透過營造較大範圍之緩衝區來降低路殺風險。

(iii) 分隔島改為柱狀形式

目前分隔島為實心之紐澤西護欄，其高度約 80 cm 可能會對讓動物在穿越道路時無法明確觀察到對向車道情形，進而增加遭到路殺的風險。因此建議將本路段之分隔島改為柱狀相間形式，增加動物可觀察到對向車道的視野，亦仍可保有分隔島之功能性。

然而基於道路安全考量，若無法完全修改紐澤西護欄形式時，建議可在原有設置路燈缺口處，再行將缺口處略為加大其縫隙，以利石虎使用通過。



圖 34、縣道 140 之 23 K~25 K 道路改善建議圖。

(iv) 設置噪音路面

本路段至少有 9 處小型道路路口，建議可於靠近各路口兩端增設噪音路面，讓車輛靠近路口時可增加聲響，藉以提醒行經路口之用路人與野生動物注意車輛。此 9 處路口之點位分別為：(229XXX, 2690XXX); (230XXX, 2690XXX); (230XXX, 2690XXX); (230XXX, 2690XXX); (231XXX, 2689XXX); (231XXX, 2689XXX); (231XXX, 2689XXX); (231XXX, 2689XXX); (231XXX, 2689XXX)。

日本沖繩部分路段採用粗糙材質鋪設，透過增加摩擦力來增加車輛經過時產生的噪音，此外整體鋪面為紅色系，除了具有減速功能外，行車經過時亦具有視覺及聽覺上的警示功能，建議後續可參考其設計並實際應用於台灣高路殺風險區之路段。

iii. 縣道 140 之 29K

(i) 設置噪音路面

29K 處為一微彎路段銜接直線路段，建議可在彎道前後設置噪音路面，透過車輛行經產生的聲響來達到警示野生動物與用路人的效果。建議設置點為(234XXX , 2687XXX) (西向)及(233XXX , 2687XXX) (東向)。

(ii) 設置測速照相機

本路段車輛由彎道進入直線後車速可能偏快，透過設置測速照相機，或是增加速限稽查頻度，可有效減少用路人超速情形，進而降低野生動物遭到路殺的風險。測速相機建議設置點為(234XXX , 2687XXX)。

4. 縣道 128

(1) 現勘描述(圖 35)

i. 縣道 128 約 6K 處(RK001、RK002)

縣道 128 近 6K 處之 RK001 與 RK002 位於同一路殺點(圖 36)，路殺點前後為彎度微彎之雙線道，周邊無可穿越道路之涵洞設施；路殺點道路北側為竹林與相思林為主之林相，南側為農地，越過農地後為通霄溪；農地與道路高度落差約 2 m，另一側林緣緊鄰道路，使得路殺點路段幾乎沒有緩衝區域；夜間僅有鄰近房舍處有 1 盞路燈，以駕駛人觀點於夜間能見度並不佳。推測石虎行進路徑可能為自路殺點北側之林地欲穿過道路後至通霄溪畔活動時遭撞擊。現勘時路殺點旁有一戶小型雞舍，亦可能吸引石虎至周邊活動，然而該

路殺案例距今已近 7 年，需透過訪談住戶來求證當時是否同樣有雞舍。2019 年 1 月 2 日於距離路殺點約 50 m 處路旁發現一具應是遭到車輛撞擊死亡之鼬獾屍體，亦顯示該路段對於野生動物具有一定路殺風險；該鼬獾屍體狀況判斷當時距死亡時間並不久，已寄送至行政院農業委員會特有生物研究保育中心進行後續處理。

ii. 縣道 128 約 7.1K 處(RK061)

位於有彎度之雙線道(圖 36)，道路兩側以樹林環境為主，周邊則為農田；附近無路燈。此案例經獸醫檢驗後非路殺死亡個體，然而由於本路段之道路特徵仍具有路殺風險，因此仍納入討論。。

iii. 縣道 128 約 7.3K 處(RK019) (圖 36)

微彎進入直線之雙線道，駕駛人可能於路殺點處開始加快車速，而或由直線處接近彎道時仍維持較高車速。車道一旁為民宅、樹林與農田，另一側緊鄰通霄溪。僅於路殺點旁有一盞路燈，夜間光照度對駕駛人來說可能較不足。推測石虎行徑路徑為自農田或樹林側往通霄溪移動，行經道路時遭到撞擊。

iv. 縣道 128 約 8.4K 處(RK037) (圖 36)

約 12 m 寬雙線大彎道，完全無路燈，夜間車速甚快。路殺點道路北側為長草與樹林鑲嵌環境、南側緊鄰通霄溪。路殺點約 50 m 處有箱涵穿越，然而現勘時箱涵處於有水流動狀態，且箱涵北側入口處雜草與枯枝濃密形成障礙，應非石虎偏好使用的涵洞類型。

v. 縣道 128 約 11.6K 處(RK025)

微彎道之雙線道，南側有 2 條巷道，道路兩側環境為樹林、竹林及部分長草地。路殺點旁並有涵洞穿越，涵洞兩端為小山溝，現勘時水量甚少；涵洞北側洞口約有 2 公尺落差。該路段前後皆有路燈，然而由於路燈周邊樹木較茂密，會降低路燈本身光亮度。此外該路殺點前後皆有設置注意石虎出沒之告示牌。

vi. 縣道 128 約 12.5K 處(RK072) (圖 36)

為甫由彎道進入直線之雙線道，路殺點旁有 1 條叉路，周邊環境為樹林與長草地，周邊無涵洞設施，路殺點北側為用鐵皮包圍之私人土地，石虎原則上較難以直接橫越馬路。路殺點周邊地形屬於小稜線，石虎可能循稜線欲往西湖溪移動時遭到路殺。

(2) 自動相機拍攝結果

縣道 128 共架設 7 台自動相機，共記錄到 11 目 25 科 34 種動物 (附表五)，其中包含 I 級保育類石虎、II 級保育類麝香貓、領角鴞及臺灣畫眉、III 級保育類食蟹獴及紅尾伯勞。7 台相機中有 5 台記錄到石虎，其 OI 值介於 0.48~1.28 之間。拍攝到石虎之相機皆架設於路旁樹林環境之獸徑上。

在石虎與犬、貓的出現頻度比較，縣道 1286 K 與 7.1 K 所架設相機並未拍攝到犬隻，其中 6 K 處所記錄貓隻出現頻度 ($OI = 5.98$) 為縣道 128 自動相機樣點中最高；而 11.6 K 處之 3 台自動相機，除了對準涵洞口之 MRK07 自動相機僅拍攝到貓外，其他 2 台相機均有拍攝到石虎與犬、貓活動(圖 37)。



縣道 128_6K(RK002)路殺點環境照



縣道 128_6K (RK002)路殺點夜間情形



縣道 128_8.4K (RK037)路殺點環境照



縣道 128_8.4K (RK037)路殺點夜間情形



縣道 128_11.6K (RK025)路殺點環境照



縣道 128_11.6K (RK025)路殺點夜間情形



縣道 128_11.6K (RK025)路殺點旁涵洞



縣道 128_7.3K (RK019)路殺點環境照

圖 35、縣道 128 各路殺點位現況照



圖 36、縣道 128 之路殺點與自動相機位置圖。

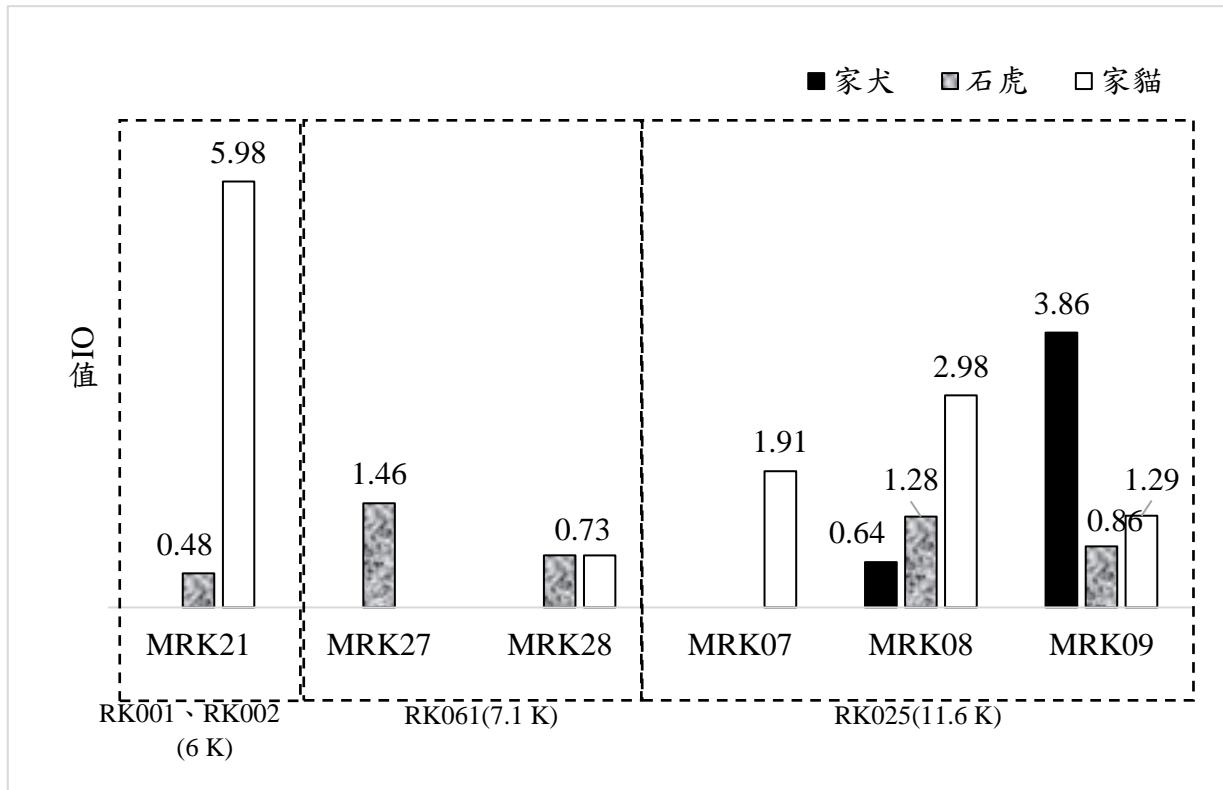


圖 37、縣道 128 之石虎、貓與犬隻 OI 值比較圖

(3) 改善建議

i. 縣道 128 約 6K 處(RK001、RK002) (圖 38)

(i) 清理道路兩側植被

本路段路肩幾乎無緩衝區，本路段北側部分建議清理竹子與雜草等植被往路旁擴充至少 1 m 之緩衝帶，而道路南側則緊鄰稻田，而稻田與馬路有約 2 m 的落差，清理植被可減少動物與用路人彼此的視覺死角，降低遭到撞擊的風險。

(ii) 設置反光板

本路段僅於進入彎道前之民宅有一盞路燈，且光照度較低；建議可透過設置反光板以折射夜間車輛之車燈光源，來達到警示動物的效果。反光板建議設置密度依照現地狀況與石虎習性進行設置，道路兩側交錯設置，本路段建議設置範圍 150 m，兩側皆設置共需 60 個反光板。建議設置起訖點分別於(222XXX, 2710XXX)及(222XXX, 2710XXX)。

(iii) 於彎道前後設置噪音路面

本路段雖然道路不寬且略有彎度，然而現勘時行經車輛普遍偏快，建議可於彎道前後設置噪音路面，除了可減緩駕駛進入彎道的速度外，亦可透過震動聲響警示周遭動物，來降低路殺機率。然而因彎道前有一戶民宅，設置噪音路面前建議與居民協調，以避免因噪音路面製造噪音而造成困擾。建議設置點位為(222XXX, 2710XXX)。



圖 38、縣道 128 約 6K 處(RK001、RK002)路段改善示意圖。

ii. 縣道 128 約 7.3K 處(RK019) (圖 39)

(i) 設置反光板

增設反光版讓車燈反射可對野生動物有警示效果。反光板建議設置密度根據現場狀況、穿越獸徑、石虎習性設置，道路兩側交錯設置，設置距離兩段各 60 m 進行設置。建議設置起訖點分別為(223XXX, 2710XXX); (223XXX, 2710XXX) 以及 (223XXX, 2710XXX); (223XXX, 2710XXX)。

(ii) 設置噪音路面

建議於彎道前與後之路面增設噪音路面，讓駕駛人進入彎道前降低車速，車輪行經噪音路面之噪音具警示野生動物效果。建議設置點位為(224XXX, 2710XXX)及(223XXX, 2710XXX)。

(iii) 清除路邊綠籬園藝植物

RK019 路殺點旁北側有種植低矮灌從綠籬，可能會影響動物穿越時的視線，建議清除綠籬以減少動物之視覺死角。



圖 39、縣道 128 約 7.3K 處(RK019、RK061)路段改善示意圖。

iii. 縣道 128 約 8.4K 處(圖 40)

(i) 設置反光板

本路段完全無路燈，建議可設置反光板來反射夜間車輛光源。反光板建議設置根據現場狀況、穿越獸徑、石虎習性設置，道路兩側交錯設置，道路兩側交錯設置，建議設置反光板起訖點為(224XXX, 2710XXX)及(224XXX, 2710XXX)，長度共約 120 m。

(ii) 設置噪音路面

本路段前後並無住家，因此建議可於彎道前後設置噪音路面，建議設置點位為(224XXX, 2710XXX)及(224XXX, 2710XXX)，以減緩駕駛人進出彎道的車行速度。



圖 40、縣道 128 約 8.4K 處(RK037)路段改善示意圖。

iv. 縣道 128 約 11.6K 處(RK025)(圖 41)

(i) 設置反光板

本路段雖有數盞路燈，但整體光照度受行道樹部分遮蔽影響並不高，因此可透過設置反光板製造車燈反射，達到警戒動物的效果。反光板建議設置根據現場狀況、穿越獸徑、石虎習性設置，道路兩側交錯設置，道路兩側交錯設置，建議設置反光板起訖點為(225XXX, 2710XXX)及(225XXX, 2710XXX)，長度共約 140 m。

(ii) 設置噪音路面

本路段具些為彎道，建議可在彎道前後設置噪音路面以增加行車聲響達到警報效果，建議設置點位為(225XXX, 2710XXX)及(225XXX, 2710XXX)；然而本路段西側有部分民宅，設置前須先行與居民溝通協調以降低噪音所造成困擾，倘若民眾不同意於民宅周遭設置噪音路面，至少可於本路段東側進行設置。



圖 41、縣道 128 約 11.6K 處(RK025)路段改善示意圖。

v. 縣道 128 約 12.5K 處(RK072)(圖 42)

(i) 設置反光板

本路段路燈數量較少，且部分路燈光照受行道樹遮蔽，因此建議可透過設置反光板製造車燈反射達到警報動物的效果。反光

板建議根據現場狀況、穿越獸徑、石虎習性設置，道路兩側交錯設置，道路兩側交錯設置，建議設置反光板於彎道兩端，起訖點分別為(226XXX, 2710XXX)、(226XXX, 2710XXX)以及(226XXX, 2710XXX)、(226XXX, 2710XXX)，長度共約 360 m。

(ii) 設置噪音路面

本路段位於近 90 度彎道後直線路段，建議於彎道後設置橫跨道路雙向噪音路面，建議設置點位為 226XXX.0257 , 2710XXX.96 及 226XXX.5315 , 2710XXX.47，讓用路人進、出彎道皆能減速，並透過壓動噪音路面產生之噪音達到警示的效果。



圖 42、縣道 128 約 12.5K 處(RK072)路段改善示意圖。

5. 苗 29 鄉道

(1) 路殺點現勘描述（圖 43）

i. 苗 29 鄉道 2K 處(RK026、RK059)

該路段為具坡度之寬直 4 線道，行經車速均甚快。路殺點往東約 50 m 處有一寬約 6 m、高約 1.5 m 之涵洞(代號涵洞 A)，路殺點往西約 250 m 處(停車場旁)有一長寬約 1 m 之涵洞穿越道路下方(代號涵洞 B)；此外路殺點往西尚有 2 處單向水閘門，分別位於 1 K、1.5 K。本段道路南側為丘陵環境，主要為雜木林與草生地鑲嵌環境，北側緊鄰後龍溪畔，平時僅有些釣客進出；距路殺點約 250 m 處為家禽屠宰場，現勘時有部分雞隻圈養於半開放場域，亦可能吸引石虎靠近。

自 2018 年底始，苗栗縣府開始於苗 29 陸續進行友善動物工程，包括於 2018 年 12 月 25 日於涵洞 B 設置友善木梯、2019 年 2 月底完成自 2 K 處往東道路兩側約 300 m 之防護網工程、2 月 26 日完成反光板設置工程、2 月 27 日完成 1 K 及 1.5 K 處單向水閘門改造工程、3 月 12 日於涵洞 A 搭設簡易木梯、5 月 10 日完成大型野生動物通過警示牌設置等，持續營造友善野生動物之道路環境(圖 44)。

ii. 苗 29 鄉道 2.4K 處(RK068)

為長直之 4 線道，行經車速甚快。此外，約 2.5 K 處及 2.7 K 處分別有 1 處單向水閘門，其中 2.5K 處水閘門北側口閘門半

掩，須透過後續監測得知是否有動物利用；而 2.7 K 處水閘門北側口位於四周皆被圍網包圍的樹木銀行內，較不適合做為友善通道來規畫使用。本段道路南側為丘陵環境，主要為雜木林與草生地鑲嵌環境，北側緊鄰後龍溪畔，平時僅有些釣客進出；此外距路殺點約 150 m 處為家禽屠宰場，現勘時有部分雞隻圈養於半開放場域，亦可能吸引石虎靠近。

(2) 自動相機拍攝結果

苗 29 共架設 26 台自動相機，由於為了監測石虎利用道路或是周邊結構情形，因此透過較密集的自動相機架設來蒐集不同角度的畫面。共記錄了 15 目 32 科 39 種動物(附表六)，其中包含 I 級保育類石虎、II 級保育類穿山甲、鳳頭蒼鷹及臺灣畫眉、III 級保育類紅尾伯勞及黑眉錦蛇等。26 台自動相機中共有 19 台拍攝到石虎，其 OI 值介於 0.42~8.60 之間。透過自動相機監測，目前 2 K 之涵洞 A 及 1.5 K 之單向水閘門均有石虎穩定利用，而 2K 之涵洞 B 則發現石虎曾經進入但旋即由同側離開，而涵洞 B 南側山溝上的相機曾紀錄石虎行進於山溝間，但當時偵測洞口的自動相機鏡頭被植物遮蔽，因此無法確定石虎是否有使用涵洞 B；涵洞 B 之友善木梯目前僅有貓使用。1 K 單向水閘門目前則僅有犬與貓使用。2.4 K 處單向水閘門之南側出口外雜草密布，由現場痕跡推測石虎使用機率甚低，該路段也並未設置防護網，石虎仍可能選擇直接穿越馬路。透過自動相機監測發現涵洞 A 之落差可能讓石虎等野生動物無法輕易進入涵洞使用，而後續透過架設簡易木梯後，記錄到石虎使用簡易木梯，而犬隻則可能因簡易木梯較細而不敢下涵洞，進而減少犬隻可能對涵

洞 A 造成干擾的機會。

在石虎與犬、貓 OI 值比較部分，取 1.5 K、2 K 及 2.4 K 處進行對照，發現貓於 1.5 K 及 2 K 出現頻度偏高，而 2.4 K 處尚未記錄到貓出沒(圖 45)，可能與架設相機數量較少有關。



圖 43、苗 29 自動相機點位及防護網與涵洞水閘門位置圖。



圖 44、苗 29 目前各項友善道路工程現場照片。

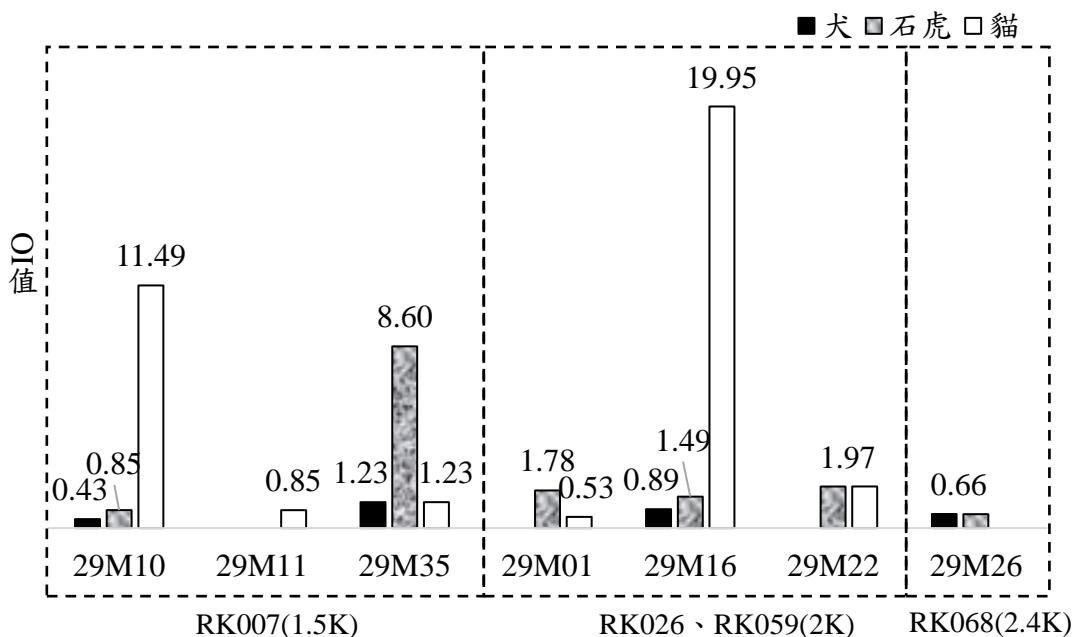


圖 45、苗 29 之石虎、貓與犬 OI 值比較圖。

(3) 改善建議

i. 延長防護網設置範圍

目前防護網主要設置於 2 K~2.3 K 左右，建議後續可分別自家禽屠宰場往東延伸至高鐵下方約 400 m，以及由 2 K 停車場往西延伸至南側叉路口約 450 m 處。

ii. 適度調整速限及架設測速照相機

目前此路段速限為 40 km/hr，以 4 線道之寬直道路來說此速限偏慢，並不符合實際現況，建議可在相關友善設施如防護網設置完成後，適度提升速限，並於未設置防護網之路段設置測速照相機，透過適當的管理車輛速度來減緩野生動物遭到路殺風險，此外本路段亦常有砂石車等大型車輛行駛，有效的管理速限亦可保障用路人彼此的安全。

iii. 營造各涵洞及水閘門出口友善環境

若是涵洞或水閘門出入口外植被過於密布，可能會影響石虎使用意願，因此建議可定期適度整理各涵洞及水閘門出口外之植被。此外，2.5 K 水閘門南側出口與周邊落差較大，，建議可設置緩坡讓降低落差。而涵洞 A 內有一來自家禽屠宰場之排水口，現場水質常散發惡臭，因此該排水口排出之廢水若無合乎排放規定，除了影響涵洞 A 環境外，亦會對後龍溪水質造成惡化，建議相關單位應對該排水是否合乎法規進行稽查(圖 46)。



圖 46、涵洞與水閘門環境需適度營造。圖左上為涵洞 A 北側出口外植被密布情形。圖左下為涵洞 A 內水質惡化情形。圖右為 2.5 K 水閘門南側出口之落差情形。

6. 苗 8 鄉道、苗 14 鄉道與苗 52 鄉道

(1) 路殺點現勘描述(圖 47)

i. 苗 8 鄉道 6.5K 處(RK069)

為銜接苗栗高鐵站與國道三號大山交流道之要道。為 12 m 寬之雙向道，路殺點屬於緩稜地形，該路段前後為具坡度之彎道，平時行經車速較快，加上地形落差及彎道可能影響用路人與野生動物視線，進而增加路殺風險。

ii. 苗 14 鄉道(RK064)

路殺點位於台 13 甲上、造橋一號隧道南向出口外，距離與台 14 交叉口處約 10 m，該路段為雙向 4 線道，苗 14 則為雙線道。路殺點周遭以樹林環境為主，於路殺點東側有一處埤塘，皆為石虎可能活動的環境。路殺點周邊之東北側、東南側、西南側皆有落差大於 4 m 之水溝，此外東南側為私人廠房，已使用鐵皮圍住，因此石虎原則上是由路殺點西北側樹林行走至路面。另路口下方有寬約 120 cm、高約 180 cm 之涵洞穿越。

iii. 苗 52 鄉道近龍門二號橋(RK028)

為平直雙線道，現勘時感覺行經車輛車速普遍不快，惟因道路平直，夜間車速可能會稍快些。道路邊緣緩衝區僅約 1 m，且有約 2~3 m 落差。路殺點周邊環境以農墾區鑲嵌雜木林為主，並有部分民宅坐落其間；此外亦鄰近景山溪，現勘時景山溪流量不大，且溪

畔有不少灌叢環境，應是適合石虎活動的環境。

iv. 苗 52 鄉道近後池堰生態公園-RK034

路殺點位於甫過彎道的直線路段，道路形式為雙線道，車道旁緩衝區約 1.5 m；距路殺點處西側約 100 m 處有一長寬約 80 m 的涵洞穿越道路下方。路殺點兩旁環境主要為次生林環境與人造公園，假日時會有較多遊客；道路南側緊鄰景山溪畔，路殺點周遭均為適宜石虎活動的環境。

v. 苗 52 鄉道近台 3 線(RK062)

路殺點位於彎道旁，道路兩側皆為竹林與次生林環境，其間並有部分房舍。南側為陡峭水泥壁，推測石虎可能由北側樹林爬至路面並橫越後，因水泥坡過於陡峭，所以沿著道路移動時遭到撞擊。



苗 8 鄉道 6.5K 處(RK069)現場環境照



公路總局已於苗 14 與台 13 甲路口旁架設防護網



苗 14 與台 13 甲下方之涵洞



苗 52 鄉道近龍門二號橋(RK028)環境照



苗 52 鄉道近後池堰生態公園(RK034)環境照



苗 52 鄉道近台 3 線(RK062)環境照

圖 47、苗 8、苗 14 與苗 52 各路殺點環境照。

(2) 自動相機拍攝結果

苗 8 之自動相機架設於路殺點旁之廢棄路徑上，苗 14 之自動相機架設於與台 13 甲路口下方之涵洞，苗 52 則分別架設於 RK069 路殺點路旁之小面積雜木林及龍門二號橋下，以及 RK028 路殺點附近之小型涵洞。本計畫尚未於苗 52 記錄到石虎，可能與整體相較投注努力量較低有關。而在苗 14 與台 13 甲下方涵洞，除了石虎外，包括食蟹獴、白鼻心及鼬獾等野生動物常頻繁使用穿越。在石虎與犬、貓 OI 值比較部分，貓的 OI 值在苗 52 及苗 14 較高，而苗 8 則以犬的 OI 值較高(圖 48)。

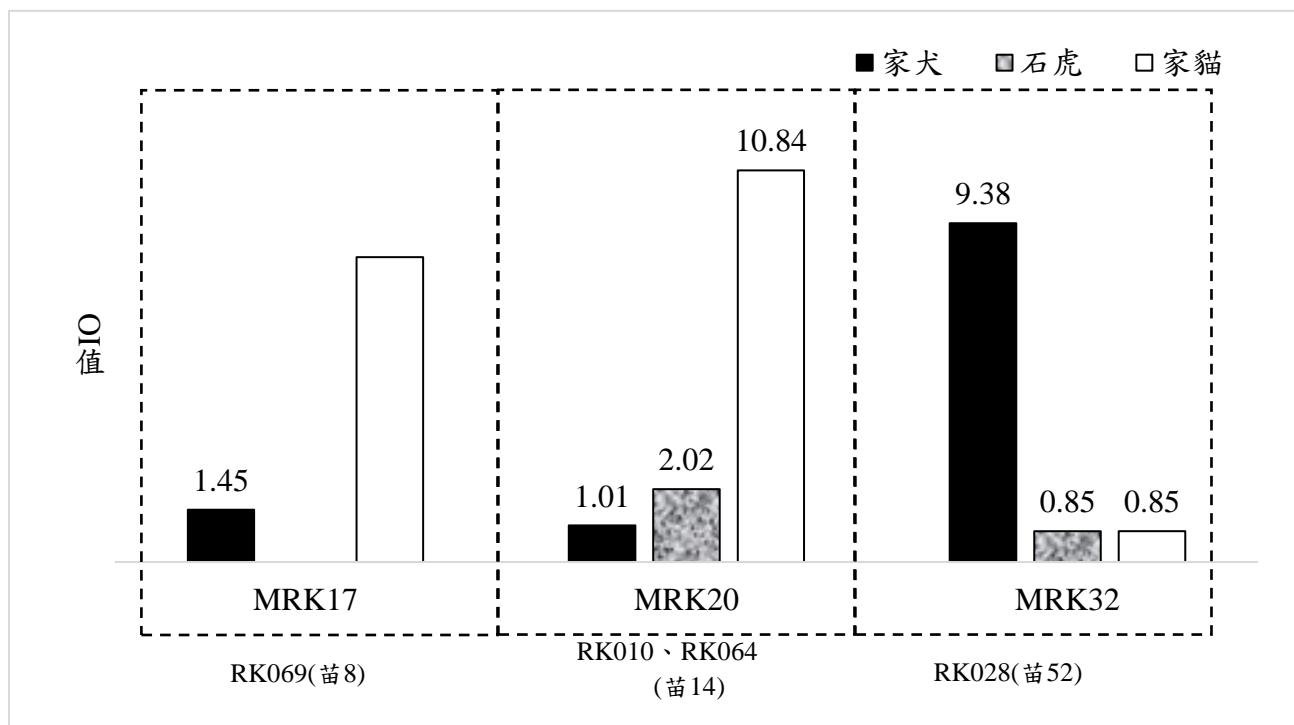


圖 48、苗 8、苗 14 與苗 52 之石虎與貓、犬 OI 值比較圖。

(3) 初步改善建議

i. 苗 8 鄉道 6.5K 處(RK069)

(i) 設置噪音路面

本路段為具坡度之彎道，建議於彎道前後設置噪音路面，透過車行經過噪音路面所產生噪音達到警示效果。

ii. 苗 14 鄉道(RK064)

(i) 改善雨季時涵洞環境

由於涵洞於雨量較大時可能會有淹水情形，建議可使用沙包或空心磚墊高涵洞一側，讓動物在雨天時仍可順利使用涵洞。

此外，本年度 1 月 30 日由苗栗縣府、公路總局、特生中心及本單位共同至現場會勘，決議透過增加自動相機來了解動物使用涵洞情形，公路總局並於本年度年終前完成 13 甲隧道口兩側增設防護網，然而考量到用路人安全，防護網高度僅約 1 m，後續可持續監測防護網成效，若有需要可再透過如設置噪音路面亦或增設測速照相機來減緩駕駛人車速。

iii. 苗 52 鄉道-RK028、RK034、RK062

(i) 設置反光板

於路殺點前後透過設置反光板增加車燈反射來達到警示效果。

(ii) 設置噪音路面

RK034 及 RK062 路段皆位於彎道，建議於彎道前後設置噪音路面，透過車行經過時所產生噪音達到警示效果。

7. 其他零星路殺點現勘描述(附圖一)

(1) 苗 49-1 鄉道_RK045

由於路殺個體發現時為由犬隻叼著，無法確認實際撞擊地點，因此僅就周邊進行描述。該地點周邊為次生林、竹林鑲嵌住宅的環境，路殺點鄰近三叉路口，該路口為緩升坡道；此外該路段亦緊鄰鐵道。

(2) 圓屯堤防_RK023

約 3 m 寬之防汛道路，南側為農墾區，北側緊鄰大安溪南岸圓屯堤防。對岸即為縣道 140 之 RK039；推測石虎可能會利用大安溪水較淺處作為橫跨廊道，後續可針對可能橫跨廊道與周邊棲地進行較深入調查，維繫廊道棲地品質應有助於促進不同地區之石虎族群交流。

(3) 西湖溪北岸旁_RK029

位於西湖溪北岸附近約 3 m 車道。路殺點西北側為鐵道，東南側為雜木林，再往東南即遭遇台 61 西濱快速道路後即進入丘陵環境。

(4) 苗 28-1 鄉道_RK051

位於國立聯合大學北邊之八甲山區，車道寬度約 3 m 的緩坡路段，周邊環境為以相思樹為主的次生林環境。

(5) 縣道 121_RK063

含路肩約 12 m 寬雙線道，路殺點北側緊鄰民宅，民宅旁有自家小型雞舍，後方為樹林環境，距離通霄鎮第二公墓約 100 m；路南側則為農墾地，距離南勢溪約 200 m，皆為石虎可能活動的環境。

(6) 苗 34-2 鄉道_RK067

路殺點為約 3 m 寬之緩坡道，周邊環境為廢耕果園形成之次生林。路殺點距離龍洞溪約 50 m，溪畔有部分為農耕地，鄰近地區並有零星房舍。整體來說路殺點周邊環境皆為適宜石虎活動的環境。

(五) 石虎活動模式

根據綜合各相機資料所呈現之石虎活動模式。石虎於上半夜及下半夜各有活動高峰，其中以 19 時為活動量最高，清晨後活動比例降低，日間偶有活動，而後於傍晚 17 時候在開始增加活動量(圖 49)。顯示於石虎於道路周邊活動主要於夜間時段，可能因車流以及人為干擾較大而在道路周邊以夜間活動為主，與其他地區石虎活動會在白天活動有些不同(Chen et al. 2016)。此外，深夜時段之車流量通常不高，然而駕駛人可能因此車速較快，加上夜間視線受限，使得此時穿越馬路的野生動物被撞擊的風險較白天高。

從道路兩側自動照相機監測石虎活動時間來看，若是要針對時段做減緩路殺措施，應針對夜間時段。

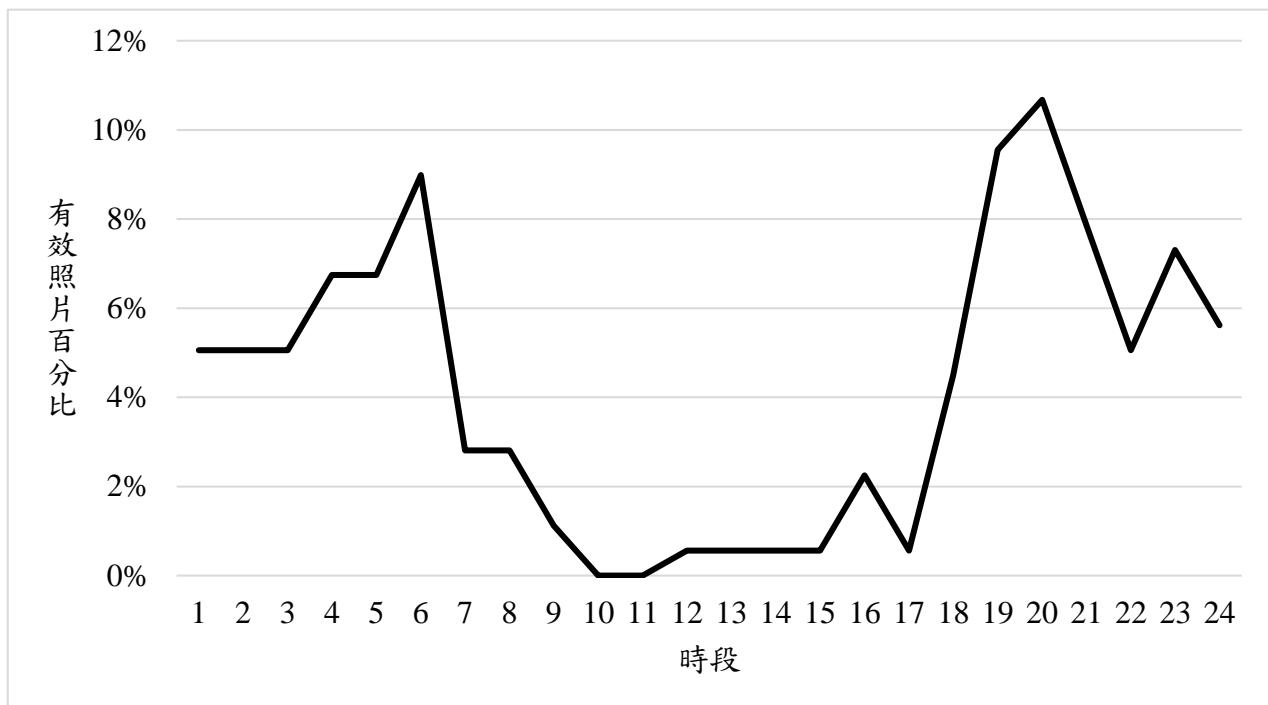


圖 49、利用自動照相機所記錄之石虎活動模式圖

六、 結論與建議事項

- (一) 全臺灣自 2011 年 11 月 6 日開始記錄，截至 2019 年 6 月 20 日已記錄 77 筆石虎路殺事件，其中 56 起發生於苗栗縣。又苗栗縣有臺灣石虎族群最大面積的棲地，苗栗石虎的保育，對於石虎族群存續至為關鍵，而路殺的防治，即是其中一項重要工作。
- (二) 整體而言，石虎路殺事件較好發於秋冬季，尤其是雄性個體，可能跟年輕個體擴散或繁殖初期尋覓配偶有關。雌性個體在春夏季路殺比例較高，可能與繁殖季育幼需要更為頻繁獵食，或攜帶小石虎移動時較易路殺有關。雖然春夏季路殺比例較低，但繁殖個體對於族群延續有其重要性，因此春夏季之路殺情形仍不得輕忽。
- (三) 以空間分析縣內路殺案例的聚集效應，縣內主要的高風險路殺縣轄路段在縣道 140、縣道 128、苗 29 與苗 52 等，而省轄路段則包含台 3、台 13、台 13 甲以及西濱快速道路等。從 MAXENT 的路殺風險預測模擬也說明這些路段屬於高風險石虎路殺路段，除此之外，台 3 線大湖段以及縣道 130、預測是路殺高風險路段，雖然截至目前尚未有路殺紀錄，但建議未來進行現勘與周遭石虎利用道路周遭調查，提早防範於未然。
- (四) 路殺地點環境與道路結構分析顯示，筆直、寬廣的道路往往是路殺高風險的路段，而這些路段多是用路人快速通過的路段，長距離圍網較為困難，以限速較能減緩路殺，在針對高風險路段，局部設置防護網或導引網，導引石虎利用附近箱涵或溪溝，以安全穿越。除筆直道路之外，高路殺風險路段為部分山區道路如縣道 128，應與彎道阻擋石虎或駕駛視線有關，較建議針對路殺熱區如彎道與上下坡，設置導引網

引到通道或溪溝、燈光昏暗處使用反光警示裝置、彎道前後設置噪音路面來減緩路殺。雖然緩衝帶距離與周邊紐澤西高度的影響可能不大，但是數據顯示仍然說明緩衝帶距離較大且周邊紐澤西高度較低路段較無路殺事件，因此，車行道路旁，避免茂密植被、路障或護籬，增加石虎在穿越公路前可提早發現車輛，增加反應時間與安全穿越公路的機會。

- (五) 卓蘭與三義之大安溪畔為苗栗與台中之石虎族群重要交流廊道區，橫跨此區之縣道 140 已記錄與訪談獲知之路殺就有至少 7 筆，尤 22.5K~25.5K 這一段 3K 路段就有 5 筆，且包括石虎幼體，加上模式預測縣道 140 為高風險區，自三義到卓蘭之縣道 140 路殺減緩，以及保持本區石虎族群交流廊道的南北暢通，在石虎保育的議題上應是一個刻不容緩的工作。以改善優先順序，縣道 140 應為最優先，苗 29 與縣道 128 同樣應考量進行改善。
- (六) 鯉魚潭、台 3 線、三面光老庄溪、縣道 140、大安溪、卓蘭市鎮可能形成之漏斗陷阱效應，可能限制石虎可利用棲地範圍，使得石虎頻繁穿越道路而提高路殺風險。卓蘭地區台 3 線、縣道 140 和苗 52 這一區就有超過 10 次的石虎路殺，分析周遭環境，台 3 線在鯉魚潭和老庄溪中間這一段，因為鯉魚潭水域以及老庄溪高落差的三面光工法，此區形成一狹長區域，石虎在此區活動更需要頻繁穿越台 3 線，很有可能使得其路殺風險提高。同樣地，縣道 140 位於老庄溪與大安溪之間，石虎可能需要頻繁穿越縣道 140 到大安溪床草生地覓食，再回到縣道 140 北側，因而提高路殺風險。即使縣道 140 在 23K 以西路段到三義之間僅一筆火炎山隧道口之路殺，但本區透過 MAXENT 路殺風險預測分析，也顯示整體是高風險的路殺區域，在後續路殺減緩上仍建議加以

注意，尤其 23K 以西兩段高架段底下是石虎可以安全穿越的路段，保持此兩處高架路段底下河床棲地的自然度，可供石虎棲息與穿越，相當關鍵。而老庄溪在石虎濕地公園附近逐漸匯入大安溪，開始就沒有三面光，是自然溪流的狀態，旁邊的自動相機有拍到石虎出沒，因此此區河段保持自然，一樣對於石虎穿越移動非常關鍵。從姜博仁等(2017a)之石虎關鍵棲地評析提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來看，縣道 140 的路殺減緩，以及保持本區石虎族群交流廊道的暢通，在石虎保育的議題上應是一個刻不容緩的工作。建議偕同相關水利主管單位進行老庄溪三面光結構改善工程研討，例如設置橫跨老庄溪之友善廊道供石虎使用，老庄溪若能在多處建構橫跨溪上方的簡易且帶有植栽的平台跨越橋，且讓石虎容易發現的形式，應可減少老庄溪的隔離效應，或有減緩此區漏斗效應所可能增加的路殺風險。

- (七) 縣道 140 火炎山隧道路段及卓蘭路段均有石虎穩定出沒。火炎山隧道上方可供石虎安全穿越，因此建議於縣道 140 火炎山隧道段兩端出口採用防護網進行隔離以減緩路殺風險，並導引到地下箱涵。縣道 140 卓蘭段則建議在 16-25K 採用區間測速照相，並在 23-25K 綜合採用防護網(高架段下坡端)、清除綠籬及農路叉路口設置噪音路面等方式進行改善。此外，對老庄溪三面光結構可能阻斷石虎橫跨鯉魚潭及大安溪之間動線，因此針對溪床結構改善亦為舒緩本區石虎路殺風險之要素。
- (八) 縣道 128 之石虎 OI 值介於 0.48~1.28 之間；沿線路燈設置較為稀疏，因此整體改善建議以設置反光板以及增設噪音路面為主。
- (九) 苗 29 鄉道之石虎 OI 值介於 0.42~8.60 之間；去年度起苗 29 鄉道陸續

增設包括防護網、友善木梯、單向水閘門改造、大型警示牌設置等友善工程，建議後續可增加防護網範圍以及持續改善水門及涵洞環境，應可有效減緩此路段路殺，並提高石虎安全利用後龍溪作為遷徙交流的廊道區。

- (十) 苗 52 鄉道所設置自動相機並未拍攝到石虎，而苗 8 鄉道與苗 14 鄉道所設置相機之石虎 OI 值介於 0.85~2.02 之間。改善建議部分，苗 52 鄉道及苗 8 鄉道則分別建議使用設置反光板及噪音路面進行改善，苗 14 鄉道與台 13 甲路口處則建議後續可針對下方涵洞環境進行改善。

七、參考文獻

- 姜博仁, 王玉婷, 蔡作明, 和曾威. (2018). 石虎捕食利用模式研究以苗栗地區放養家禽場所及森林作業空隙為例. 新竹林區管理處
- 姜博仁, 王豫煌, 和林良恭. (2017a). 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, 東海大學熱帶生態學與生物多樣性研究中心.
- 姜博仁, 林良恭, 和袁守立. (2015). 重要石虎棲地保育評析(1/2). 行政院農業委員會林務局 104-林發-07.1-保-30, 東海大學熱帶生態學與生物多樣性研究中心.
- 姜博仁, 曾威, 袁守立, 和王玉婷. (2017b). 動物光學警示裝置減緩動物路殺實驗前置評估. 金門縣政府
- 陳怡惠, 葉南希, 張高銘, 和黃敬濬. (2017). 106 年度陽明山國家公園生態廊道監測工作計畫. 陽明山國家公園管理處委託報告.
- 陳兼善. (1956). 臺灣脊椎動物誌. 開明書局, 台北.
- Babińska-Werka, J., D. Krauze-Gryz, M. Wasilewski, and K. Jasińska. 2015. Effectiveness of an acoustic wildlife warning device using natural calls to reduce the risk of train collisions with animals. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* **38**:6-14.
- Brieger, F., R. Hagen, D. Vetter, C. F. Dormann, and I. Storch. 2016. Effectiveness of light-reflecting devices: A systematic reanalysis of animal-vehicle collision data. *Accident Analysis & Prevention* **97**:242-260.
- Chen, M.-T., Y.-J. Liang, C.-C. Kuo, and K. J.-C. Pei. 2016. Home ranges, movements and activity patterns of leopard cats (*Prionailurus bengalensis*) and threats to

- them in Taiwan. *Mammal Study* **41**:77-86.
- Clarke, G. P., P. C. L. White, and S. Harris. 1998. Effects of roads on badger *Meles meles* populations in south-west England. *Biological Conservation* **86**:117-124.
- Clevenger, A. P., B. Chruszcz, and K. E. Gunson. 2003. Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna road-kill aggregations. *Biological Conservation* **109**:15-26.
- 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.
- Grilo, C., J. A. Bissonette, and M. Santos-Reis. 2009. Spatial-temporal patterns in Mediterranean carnivore road casualties: Consequences for mitigation. *Biological Conservation* **142**:301-313.
- Harris, L. D., and J. Scheck. 1991. From implications to applications: the dispersal corridor principle applied to the conservation of biological diversity. Pages 189-220 in D. A. Saunders and R. J. Hobbs, editors. *Nature Conservation 2: The Role of Corridors*.
- Hobday, A. J. 2010. Nighttime driver detection distances for Tasmanian fauna: Informing speed limits to reduce roadkill. *Wildlife Research* **37**:265-267.
- Jaarsma, C. F., F. van Langevelde, and H. Botma. 2006. Flattened fauna and mitigation: Traffic victims related to road, traffic, vehicle, and species characteristics. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* **11**:264-276.

- Jones, M. E. 2000. Road upgrade, road mortality and remedial measures: Impacts on a population of eastern quolls and Tasmanian devils. *Wildlife Research* **27**:289-296.
- 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.
- Malo, J. E., F. Suárez, and A. Díez. 2004. Can we mitigate animal-vehicle accidents using predictive models? *Journal of Applied Ecology* **41**:701-710.
- 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, M. Dudík, R. E. Schapire, and M. E. Blair. 2017. Opening the black box: an open-source release of Maxent. *Ecography* **40**:887-893.
- Phillips, S. J., R. P. Anderson, and R. E. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* **190**:231-259.
- Phillips, S. J., M. Dudík, and R. E. Schapire. 2018. [Internet] Maxent software for modeling species niches and distributions (Version 3.4.1). Available from url: http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/.
- Ramp, D., J. Caldwell, K. A. Edwards, D. Warton, and D. B. Croft. 2005. Modelling of wildlife fatality hotspots along the Snowy Mountain Highway in New South Wales, Australia. *Biological Conservation* **126**:474-490.
- Ruiz, G., and M. Simón. 2018. Prediction of Iberian lynx road-mortality in southern

- Spain: a new approach using the MaxEnt algorithm G. Garrote, J. Fernández-López, G. López. *Animal Biodiversity and Conservation* **2**:217-226.
- Rytwinski, T., and L. Fahrig. 2012. Do species life history traits explain population responses to roads? A meta-analysis. *Biological Conservation* **147**:87-98.
- Rytwinski, T., and L. Fahrig. 2015. The Impacts of Roads and Traffic on Terrestrial Animal Populations. Pages 237-246 in R. v. d. Ree, D. J. Smith, and C. Grilo, editors. *Handbook of Road Ecology*.
- Rytwinski, T., K. Soanes, J. A. G. Jaeger, L. Fahrig, C. S. Findlay, J. Houlahan, R. van der Ree, and E. A. van der Grift. 2016. How effective is road mitigation at reducing road-kill? A meta-analysis. *Plos One* **11**:e0166941.
- Thomas, C. D. 1990. What do real population dynamics tell us about minimum viable population sizes? *Conservation Biology* **4**:324-327.
- Wisz, M. S., R. J. Hijmans, J. Li, A. T. Peterson, C. H. Graham, A. Guisan, and N. P. S. Distribut. 2008. Effects of sample size on the performance of species distribution models. *Diversity and Distributions* **14**:763-773.

附表一、全臺灣石虎路殺事件紀錄(2019年6月20日止)

事件編號	事發時間	X 座標 (TWD97)	Y 座標 (TWD97)	縣市	鄉鎮	路段	位置 敘述	成 幼	性 別	體重 (克)	後送	備註說明
UN001	2011/11/6			南投	中寮鄉			-	-	-	特生	通報資料遺失
UN002	2013/8/19			台中	新社區			-	-	-		通報資料遺失
UN003	2013/11/4			苗栗	後龍鎮	好望角		-	-	-	屏科大	可能重複統計 資料難考
UN004	-	227XXX	2715XXX	苗栗	後龍鎮	台 61	北上 109.2K					可能重複統計 資料難考
RK001	2012/3/11	222XXX	2710XXX	苗栗	通霄鎮	縣 128		-	-	-	屏科大	一次發現兩隻 死亡時間相差約 1 週
RK002	2012/3/11	222XXX	2710XXX	苗栗	通霄鎮	縣 128		-	-	-	屏科大	同上
RK003	2012/10/6	232XXX	2690XXX	苗栗	卓蘭鎮	台 3		-	F	2373.6	特生 -科館	挖出屍體毛皮已腐壞 僅保留骨骼
RK004	2012/11/11	237XXX	2631XXX	南投	水里鄉	台 16	21k	-	-	-	特生	
RK005	2013/4/7	234XXX	2724XXX	苗栗	造橋鄉	台 13 甲	9-10k	A	F	2114.8	科館	現場屍體遺失
RK006	2013/4/7	236XXX	2725XXX	苗栗	造橋鄉	國 1	北上 118k+650	-	M	3000	科館	
RK007 非正常 路殺	2013/4/29	229XXX	2721XXX	苗栗	苗栗市	苗 29	1.5K	A	F	3456	科館	正在哺乳的雌性個體。 被施工人員嚇到

													衝出路上被撞死
RK008	2013/7/10	231XXX	2692XXX	苗栗	卓蘭鎮	台 3		-	-	-	特生	腐爛，耳朵組織送驗確定是石虎，攜回骨骼	
RK009	2013/8/22	225XXX	2635XXX	南投	集集鎮	集集 攔河堰 旁道路		J	F	-	特生		
RK010	2013/10/15	235XXX	2725XXX	苗栗	造橋鄉	台 13 甲	造橋 1 號隧道	-	-	-		現場屍體遺失	
RK011	2013/11/12	222XXX	2720XXX	苗栗	後龍鎮	苗 33		-	-	-			
RK012	2013/11/28	215XXX	2694XXX	台中	外埔區	國 3	北上 161.5k	-	M	4338	科館	清潔人員撿回 工務段保存 但未辨識出是石虎	
RK013	2014/1/13	217XXX	2707XXX	苗栗	通霄鎮	國 3	南下 148k	-	M	3670	科館		
RK014	2014/3/15	230XXX	2692XXX	苗栗	卓蘭鎮	台 3	與苗 52 交岔口	-	-	1959.4	科館		
RK015	2014/4/28	224XXX	2722XXX	苗栗	後龍鎮	台 61	北上 106.2k	A	F	-	科館	乳頭脹大 有繁殖過	
RK016	2014/8/29	223XXX	2636XXX	南投	集集鎮	縣 152	綠色隧道 樂園橋	J	-	2000	特生		
RK017	2014/9/25	2359XXX	2720XXX	苗栗	頭屋鄉	國 1	北上 124.5k	-	F	4010	科館		
RK018	2014/11/11	223XXX	2636XXX	南投	集集鎮	台 16	4k	A	M	-	特生		

RK019	2015/1/17	223XXX	2710XXX	苗栗	通霄鎮	縣 128	7.3k	-	M	-	屏科大 -科館	
RK020	2015/3/20	227XXX	2686XXX	台中	東勢區	石城街 石山巷		J	F	-	特生	
RK021	2015/5/17	232XXX	2690XXX	苗栗	卓蘭鎮	台 3	新曆 5 之 1 號	-	F	2686.6	科館	通報者所指 地標為台塑加油站
RK022	2015/6/16	227XXX	2709XXX	苗栗	銅鑼鄉	台 13	39.5k	A	F	-	屏科大	
RK023	2015/7/9	229XXX	2690XXX	苗栗	卓蘭鎮	圓屯 堤防	2.5k	A	F	2963.2	科館	乳房腫脹 但吸食不明顯
RK024	2015/8/21	229XXX	2691XXX	苗栗	三義鄉	縣 140	高架段出口	J	F	-	特生	林育秀再與發現者確 認，並非原本資料之 火炎山隧道口
RK025	2015/9/11	225XXX	2710XXX	苗栗	西湖鄉	縣 128	11.6k	-	M	4518	科館	
RK026	2015/9/22	229XXX	2721XXX	苗栗	後龍鎮	苗 29	2k	-	F	2815.4	科館	
RK027	2015/10/2	217XXX	2686XXX	台中	神岡區	溪州路 382 巷	堤南路約 1- 300 公尺	-	-	-		
RK028	2015/10/7	225XXX	2693XXX	苗栗	三義鄉	苗 52	龍門 二號橋	A	M	2500	屏科大 -科館	
RK029	2015/11/18	224XXX	2722XXX	苗栗	後龍鎮	龍港火 車站	南下便道	-	-	-	屏科大 -科館	防風林和 鐵軌間小路
RK030	2015/11/18	223XXX	2706XXX	苗栗	通霄鎮	城南 城北里	交界農路	-	-	-		現場屍體遺失

RK031	2016/1/1	234XXX	2687XXX	苗栗	卓蘭鎮	縣 140	大峽谷往白布帆大橋過後 500m	-	-	-	特生	日期可能不正確
RK032	2016/1/2	223XXX	2720XXX	苗栗	後龍鎮	台 61	108.2k	A	M	5000	屏科大 -科館	
RK033	2016/1/26	231XXX	2689XXX	苗栗	卓蘭鎮	縣 140	25k	A	M	2820	屏科大 -科館	
RK034	2016/2/13	226XXX	2692XXX	苗栗	三義鄉	苗 52	鐵橋	J	F	-	特生	
RK035	2016/2/27	230XXX	2691XXX	苗栗	卓蘭鎮	台 3		J	F	-	屏科大	
RK036	2016/7/8	214XXX	2650XXX	南投	草屯鎮	國 3		-	-	-		
RK037	2016/9/23	224XXX	2710XXX	苗栗	通霄鎮	縣 128	8.4k 左右，懷舊樂趣自行車道 9.5k	J	M	2263.8	科館	
RK038	2016/11/1	220XXX	2642XXX	南投	南投市	國 3	232k+750	A	M	-		
RK039	2016/11/25	230XXX	2690XXX	苗栗	卓蘭鎮	縣 140	23.5k	A	M	-	屏科大	
RK040	2016/12/1	227XXX	2707XXX	苗栗	銅鑼鄉	台 13	銅鑼交流道前	-	-	-		
RK041	2017/1/25	222XXX	2694XXX	苗栗	三義鄉	縣 140	14k	-	-	-		
RK042	2017/2/10	227XXX	2710XXX	苗栗	銅鑼鄉	台 13 外環道	38k 三座屋	J	M	2600		
RK043	2017/4/28	217XXX	2704XXX	苗栗	苑裡鎮	國 3	南下 150.6k	-	F	1989	科館	

RK044	2017/4/30	247XXX	2662XXX	南投	仁愛鄉	投 80 鄉道		-	-	-		日期可能不正確
RK045 (狗咬)	2017/8/10	226XXX	2699XXX	苗栗	三義鄉	苗 49-1 中興 道路	新月梧桐餐 廳及石母祠	J	F	1180		點位不確定，被狗咬。 興大動醫中心 確認死因為撞擊。
RK046	2017/8/20	214XXX	2652XXX	南投	草屯鎮	國 3	北上 220.8k 外側路肩	J	M	4600	特生	
RK047	2017/9/7	227XXX	2721XXX	苗栗	後龍鎮	台 6	約 2.6k	J	M	-	屏科大	
RK048	2017/9/15	211XXX	2658XXX	彰化	芬園鄉	台 14	10k	J	M	3000	特生	
RK049	2017/9/17	217XXX	2703XXX	苗栗	苑裡鎮	國 3	北上 151.5k 中央車道	J	-	-		
RK050	2017/10/12	220XXX	2633XXX	南投	竹山鎮			J	F	1800		
RK051	2017/11/1	228XXX	2716XXX	苗栗	苗栗市	苗 28		A	M	3850		現場無血跡 可能非撞擊第一現場
RK052	2017/12/29	226XXX	2637XXX	南投	集集鎮	縣 139		A	M	4000		屍體腫脹 已有死亡變化。
RK053	2017/12/31	223XXX	2720XXX	苗栗	後龍鎮	台 61 線	108.3K 北上外側	-	-	-		
RK054	2018/1/9	216XXX	2649XXX	南投	草屯鎮	國 3		-	-	-	特生	小草
RK055	2018/1/17	234XXX	2724XXX	苗栗	造橋鄉	台 13 甲	冠軍磁磚	-	-	-		

							下坡出口						
RK056	2018/1/27	223XXX	2636XXX	南投	集集鎮	台 16		J	M	1800			
RK057	2018/3/13	210XXX	2677XXX	台中	西屯區	東大路		-	-	-	特生	研判為圈養個體	
RK058	2018/3/23	214XXX	2632XXX	彰化	二水鄉	縣 152		-	M	-			
RK059	2018/5/7	229XXX	2721XXX	苗栗	後龍鎮	苗 29		J	F	2500	特生		
RK060	2018/7/2	245XXX	2722XXX	苗栗	三灣鄉	台 3	103.845K	A	M	-			
RK061	2018/7/15	223XXX	2710XXX	苗栗	通霄鎮	縣 128		J	M	1100	特生		
RK062	2018/7/16	230XXX	2692XXX	苗栗	卓蘭鎮	苗 52		-	F	2300			
RK063	2018/7/22	218XXX	2708XXX	苗栗	通霄鎮	縣 121	梅南小吃 附近	A	M	4330	屏科大		
RK064	2018/9/27	235XXX	2725XXX	苗栗	造橋鄉	台 13 甲	竹南往苗栗 方向第二個 隧道口的十 字路口附近	J	M	1850			
RK065	2018/12/3	221XXX	2719XXX	苗栗	後龍鎮	台 61	110.5K	J	F	-			
RK066	2018/12/7	234XXX	2723XXX	苗栗	造橋鄉	台 13 甲	10.5K 慢車道上	A	M	4300			
RK067	2019/1/4	227XXX	2715XXX	苗栗	西湖鄉	苗 34-2		A	M	-			
RK068	2019/1/9	230XXX	2721XXX	苗栗	後龍鎮	苗 29	2.4K , 電線 杆:龍邱枝 31	A	M	3900			
RK069	2019/1/15	232XXX	2724XXX	苗栗	造橋鄉	苗 8	6.5K	A	F	2450			

RK070	2019/1/20	227XXX	2710XXX	苗栗	銅鑼鄉	台 13	38k，土地公廟對面南下車道	A	M	4500		
RK071	2019/1/30	228XXX	2720XXX	苗栗	後龍鎮	台 6	東向、檳榔攤對面	A	M	3500		
RK072	2019/4/7	226XXX	2710XXX	苗栗	西湖鄉	縣 128	12.5K，西向 公車亭前	A	F	2800	屏科大	腹內有 兩隻小石虎
RK073	2019/5/21	234XXX	2727XXX	苗栗	造橋鄉	台 1	102K，北上 育達科技大學	A	M	3700	台北 動物園	
RK074	2019/6/4	230XXX	2690XXX	苗栗	卓蘭鎮	縣 140	24K 左右	J	-	-	屏科大	
RK075	2019/6/19	230XXX	2688XXX	台中	東勢鎮	台 3	150.5K	A	M		屏科大	

附表二、自動相機監測樣點

道路編號	點編號	鄰近路段		海拔高度			拍攝形式	相機型號	開始拍攝日期
		編號	x	y	(m)				
苗 29	RK059	29M01	230XXX	2721XXX	29	道路結構	Browning BTC-8A	2018/9/7	
苗 29	RK007	29M10	229XXX	2721XXX	20	道路結構	Browning BTC-8A	2018/9/6	
苗 29	RK007	29M11	228XXX	2721XXX	14	道路結構	Browning BTC-8A	2018/9/6	
苗 29	RK007	29M12	229XXX	2721XXX	24	獸徑	Browning BTC-8A	2018/9/7	
苗 29	RK007	29M13	229XXX	2721XXX	14	獸徑	Browning BTC-8A	2018/9/7	
苗 29	RK007	29M14	229XXX	2721XXX	13	獸徑	Browning BTC-8A	2018/9/7	
苗 29	RK059	29M15	229XXX	2721XXX	27	道路結構	Browning BTC-4K	2018/10/31	
苗 29	RK059	29M16	229XXX	2721XXX	25	獸徑	Browning BTC-8A	2018/11/13	
苗 29	RK059	29M17	229XXX	2721XXX	30	道路結構	Browning BTC-8A	2018/11/13	
苗 29	RK059	29M18	229XXX	2721XXX	30	獸徑	Keep Guard KG-780 NV	2018/12/13	
苗 29	RK059	29M20	229XXX	2721XXX	24	道路結構	Browning BTC-8A	2018/12/25	
苗 29	RK059	29M21	229XXX	2721XXX	31	道路結構	Keep Guard KG-780 NV	2018/12/27	
苗 29	RK059	29M22	229XXX	2721XXX	23	道路結構	Browning BTC-8A	2018/12/27	
苗 29	RK059	29M23	229XXX	2721XXX	41	獸徑	Keep Guard KG-780 NV	2018/12/27	
苗 29	RK059	29M24	229XXX	2721XXX	36	道路結構	Browning BTC-8A	2018/12/27	
苗 29	RK068	29M25	230XXX	2721XXX	12	獸徑	Keep Guard KG-780 NV	2018/12/27	
苗 29	RK059	29M26	230XXX	2721XXX	25	獸徑	Browning BTC-8A	2019/1/29	
苗 29	RK059	29M27	230XXX	2721XXX	10	獸徑	Keep Guard KG-780 NV	2019/1/29	
苗 29	無	29M28	229XXX	2721XXX	9	獸徑	Keep Guard KG-780 NV	2019/1/29	

鄰近路殺			海拔高度					
道路編號	點編號	編號	x	y	(m)	拍攝形式	相機型號	開始拍攝日期
苗 29	RK059	29M29	229XXX	2721XXX	28	道路結構	Keep Guard KG-780 NV	2019/2/21
苗 29	RK059	29M30	229XXX	2721XXX	30	道路結構	Keep Guard KG-780 NV	2019/2/21
苗 29	RK059	29M31	229XXX	2721XXX	25	道路結構	Keep Guard KG-780 NV	2019/2/21
苗 29	RK059	29M32	229XXX	2721XXX	23	道路結構	Keep Guard KG-780 NV	2019/2/22
苗 29	RK059	29M33	229XXX	2721XXX	18	道路結構	Browning BTC-8A	2019/2/22
苗 29	RK007	29M34	229XXX	2722XXX	23	道路結構	Browning BTC-8A	2019/2/27
苗 29	RK007	29M35	229XXX	2721XXX	1	道路結構	Browning BTC-8A	2019/2/27
縣道 140	RK041	MRK01	222XXX	2694XXX	181	道路結構	Browning BTC-8A	2018/9/18
縣道 140	RK041	MRK02	222XXX	2694XXX	190	獸徑	Browning BTC-4K	2018/9/18
縣道 140	RK041	MRK03	222XXX	2694XXX	179	道路結構	Browning BTC-8A	2018/10/1
縣道 140	RK024	MRK04	221XXX	2694XXX	179	獸徑	Keep Guard KG-780 NV	2018/9/18
縣道 140	RK024	MRK05	221XXX	2694XXX	167	獸徑	Keep Guard KG-780 NV	2018/10/1
縣道 140	RK024	MRK06	221XXX	2694XXX	160	道路結構	Browning BTC-8A	2018/10/25
縣道 128	MRK07	MRK07	225XXX	2710XXX	173	道路結構	Browning BTC-8A	2018/11/7
縣道 128	MRK08	MRK08	225XXX	2710XXX	168	獸徑	Browning BTC-8A	2018/11/7
縣道 128	MRK09	MRK09	225XXX	2710XXX	162	獸徑	Browning BTC-8A	2018/11/7
縣道 140	RK033	MRK10	231XXX	2689XXX	335	道路結構	Browning BTC-8A	2018/11/16
縣道 140	RK039	MRK11	230XXX	2690XXX	303	獸徑	Browning BTC-8A	2018/11/16
縣道 140	RK031	MRK12	234XXX	2687XXX	387	獸徑	Keep Guard KG-780 NV	2018/11/28
縣道 140	RK039	MRK13	229XXX	2691XXX	297	獸徑	Keep Guard KG-780 NV	2018/11/27
縣道 140	RK039	MRK14	230XXX	2690XXX	294	獸徑	Keep Guard KG-780 NV	2018/11/20

鄰近路殺			海拔高度					
道路編號	點編號	編號	x	y	(m)	拍攝形式	相機型號	開始拍攝日期
縣道 140	RK033	MRK15	231XXX	2689XXX	329	獸徑	Keep Guard KG-780 NV	2018/11/28
苗 52	RK028	MRK16	225XXX	2693XXX	193	道路結構	Browning BTC-8A	2018/11/21
苗 52	RK028	MRK17	225XXX	2693XXX	198	獸徑	Browning BTC-8A	2018/11/21
苗 52	RK034	MRK18	226XXX	2692XXX	229	獸徑	Browning BTC-8A	2018/11/21
苗 52	RK034	MRK18-2	226XXX	2692XXX	212	道路結構	Browning BTC-8A	2018/12/6
縣道 140	無	MRK19	226XXX	2690XXX	252	獸徑	Browning BTC-8A	2018/11/21
苗 14	RK064	MRK20	235XXX	2725XXX	54	道路結構	Browning BTC-8A	2018/11/29
縣道 128	RK002	MRK21	222XXX	2710XXX	72	獸徑	Browning BTC-8A	2018/11/29
縣道 140	RK041	MRK22	222XXX	2694XXX	196	獸徑	Browning BTC-8A	2019/2/1
苗 52	RK028	MRK23	225XXX	2693XXX	197	道路結構	Keep Guard KG-780 NV	2019/2/1
苗 14	RK064	MRK24	235XXX	2725XXX	36	道路結構	Browning BTC-4K	2019/2/13
苗 14	RK064	MRK25	235XXX	2725XXX	42	道路結構	Browning BTC-8A	2019/2/13
縣道 128	無	MRK26	224XXX	2710XXX	109	獸徑	Browning BTC-8A	2019/3/26
縣道 128	RK061	MRK27	223XXX	2710XXX	78	獸徑	Browning BTC-8A	2019/3/26
縣道 128	RK061	MRK28	223XXX	2710XXX	79	獸徑	Keep Guard KG-780 NV	2019/3/26
縣道 140	RK039	MRK29	229XXX	2691XXX	293	獸徑	Browning BTC-8A	2019/3/28
縣道 140	RK024	MRK30	221XXX	2694XXX	174	道路結構	Keep Guard KG-780 NV	2019/4/2
縣道 140	RK024	MRK31	221XXX	2694XXX	168	獸徑	Keep Guard KG-780 NV	2019/4/2
苗 8	RK069	MRK32	232XXX	2724XXX	71	獸徑	Browning BTC-8A	2019/4/23

鄰近路殺			海拔高度					
道路編號	點編號	編號	x	y	(m)	拍攝形式	相機型號	開始拍攝日期
縣道 140	RK041	MRK33	222XXX	2694XXX	195	獸徑	Browning BTC-8A	2019/4/17
縣道 140	RK039	MRK34	228XXX	2691XXX	281	獸徑	Keep Guard KG-780 NV	2019/4/23

附表三、縣道 140 火炎山隧道段自動相機監測樣點出現頻度指數

科	目	中文俗名	學名	樣點編號		MRK01	MRK02	MRK03	MRK04	MRK05	MRK06
				工作時數		5944.80	3994.45	5638.82	3990.83	3704.45	4052.07
兔形目	兔科	臺灣野兔	<i>Lepus sinensis formosus</i>			1.00		2.51		7.83	
食肉目	犬科	犬	<i>Canis lupus familiaris</i>		0.17	2.50		6.77	10.80	2.22	
	貂科	鼬獾	<i>Melogale moschata subaurantiaca</i>		11.77	3.50	32.45	0.25	0.54		
	貓科	石虎	<i>Prionailurus bengalensis</i>			10.26	0.53	0.25	1.89		
		貓	<i>Felis silvestris catus</i>		1.01		0.35		1.08	9.87	
	獴科	食蟹獴	<i>Herpestes urva formosanus</i>			5.51	0.89		0.54		
	靈貓科	白鼻心	<i>Paguma larvata taivana</i>		30.11	3.50	51.78	0.75	0.54		
		麝香貓	<i>Viverricula indica taivana</i>		0.34	0.75	0.18		2.43		
偶蹄目	鹿科	山羌	<i>Muntiacus reevesi micrurus</i>					0.25			
嚙齒目	松鼠科	赤腹松鼠	<i>Callosciurus erythraeus thaiwanensis</i>			0.25					
	鼠科	小黃腹鼠	<i>Rattus losea</i>			0.25	0.71				

科	目	中文俗名	學名	樣點編號					
				MRK01	MRK02	MRK03	MRK04	MRK05	MRK06
		工作時數		5944.80	3994.45	5638.82	3990.83	3704.45	4052.07
刺鼠			<i>Niviventer coninga</i>		1.25				
鬼鼠			<i>Bandicota indica</i>					0.74	
溝鼠			<i>Rattus norvegicus</i>					0.25	
翼手目	蹄鼻蝠科	臺灣小蹄鼻蝠	<i>Rhinolophus monoceros</i>		0.18				
靈長目	人科	人	<i>Homo sapiens</i>	0.25	0.00	5.51	0.54	0.49	
鼩形目	尖鼠科	臭鼩	<i>Suncus murinus</i>					0.25	
	獼猴科	臺灣獼猴	<i>Macaca cyclopis</i>	2.25			1.62		
雞形目	雉科	竹雞	<i>Bambusicola sonorivox</i>	3.76		4.26	2.70		
		藍腹鶲	<i>Lophura swinhoii</i>				0.27		
		雞	<i>Gallus gallus domesticus</i>				0.27		
鶲形目	鶲科	黃頭鶲	<i>Bubulcus ibis coromandus</i>						
鴕形目	三趾鶲科	棕三趾鶲	<i>Turnix suscitator rostratus</i>	0.35	6.26	0.81			

科	目	中文俗名	學名	樣點編號					
				MRK01	MRK02	MRK03	MRK04	MRK05	MRK06
		工作時數		5944.80	3994.45	5638.82	3990.83	3704.45	4052.07
鴿形目	鳩鴿科	金背鳩	<i>Streptopelia orientalis orii</i>		0.25				
		珠頸斑鳩	<i>Streptopelia chinensis chinensis</i>		0.50				
雀形目	百靈科	小雲雀	<i>Alauda gulgula wattersi</i>			1.50			
	伯勞科	紅尾伯勞	<i>Lanius cristatus cristatus</i>	0.34					
	扇尾鶲科	褐頭鷦鷯	<i>Prinia inornata flavirostris</i>			0.27			
	椋鳥科	八哥	<i>Acridotheres cristatellus formosanus</i>				0.25		
		白尾八哥	<i>Acridotheres javanicus</i>	0.34				0.25	
	鶲科	臺灣藍鶲	<i>Urocissa caerulea</i>		0.50		0.50		
	噪眉科	臺灣畫眉	<i>Garrulax taewanus</i>						
	繡眼科	綠繡眼	<i>Zosterops japonicus simplex</i>	0.25					
	鶲科	白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis formosae</i>						
	鶲科	野鵠	<i>Calliope calliope calliope</i>	1.00					

科	目	中文俗名	學名	樣點編號					
				MRK01	MRK02	MRK03	MRK04	MRK05	MRK06
		工作時數		5944.80	3994.45	5638.82	3990.83	3704.45	4052.07
有鱗目	石龍子科	中國石龍子	<i>Plestiodon chinensis formosensis</i>			0.18			
		麗紋石龍子	<i>Plestiodon elegans</i>		0.25				
飛蜥科	斯文豪氏攀蜥		<i>Japalura swinhonis</i>		0.75				
黃頸蛇科	南蛇		<i>Ptyas mucosus</i>				0.49		
蝙蝠蛇科	雨傘節		<i>Bungarus multicinctus</i>		0.18				

附表三、縣道 140 火炎山隧道段自動相機監測樣點出現頻度指數(續)

科 目	中文俗名	學名	樣點編號		MRK22	MRK30	MRK31	MRK33
			工作時數		1228.73	1368.53	1367.78	888.03
食肉目	犬科	犬	<i>Canis lupus familiaris</i>		4.07	4.38	6.58	
	貂科	鼬獾	<i>Melogale moschata subaurantiaca</i>		1.63			11.26
	貓科	石虎	<i>Prionailurus bengalensis</i>		4.07			3.38
	獴科	食蟹獴	<i>Herpestes urva formosanus</i>				0.73	18.02
	靈貓科	白鼻心	<i>Paguma larvata taivana</i>		0.81		2.19	2.25
		麝香貓	<i>Viverricula indica taivana</i>				4.39	2.25
嚙齒目	鼠科	刺鼠	<i>Niviventer coninga</i>		0.81			
靈長目	人科	人	<i>Homo sapiens</i>			2.19	8.77	
	獼猴科	臺灣獼猴	<i>Macaca cyclopis</i>					1.13
雞形目	雉科	竹雞	<i>Bambusicola sonorivox</i>		0.81		6.58	7.88
鶲形目	鷺科	黃頭鷺	<i>Bubulcus ibis coromandus</i>		0.73			

科	目	中文俗名	學名	樣點編號	MRK22	MRK30	MRK31	MRK33
				工作時數	1228.73	1368.53	1367.78	888.03
雀形目	麻雀科	麻雀	<i>Passer montanus saturatus</i>		1.13			
	鶲科	臺灣藍鶲	<i>Urocissa caerulea</i>		2.25			
	噪眉科	臺灣畫眉	<i>Garrulax taewanus</i>		2.25			
	鶲科	白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis formosae</i>		3.38			
	鶲科	野鵠	<i>Calliope calliope calliope</i>	1.63				
		黃尾鵠	<i>Phoenicurus auroreus auroreus</i>	3.26				

附表四、縣道 140 卓蘭段自動相機監測樣點出現頻度指數

目	科	中文俗名	學名	樣點編號					
				MRK10	MRK11	MRK12	MRK13	MRK14	MRK15
		工作時數		3168.27	3713.38	3277.95	3561.65	4022.27	3373.17
兔形目	兔科	臺灣野兔	<i>Lepus sinensis formosus</i>				0.50		
食肉目	犬科	犬	<i>Canis lupus familiaris</i>		0.27	1.22			
	貂科	鼬獾	<i>Melogale moschata subaurantiaca</i>					9.78	
	貓科	石虎	<i>Prionailurus bengalensis</i>		0.61	3.09	2.98	1.78	
		貓	<i>Felis silvestris catus</i>	2.42	0.31		0.25		
	獴科	食蟹獴	<i>Herpestes urva formosanus</i>						
	靈貓科	白鼻心	<i>Paguma larvata taivana</i>		1.89		1.12	1.24	2.67
嚙齒目	鼠科	小黃腹鼠	<i>Rattus losea</i>	0.95					
		赤背條鼠	<i>Apodemus agrarius</i>	0.63	0.27				
		溝鼠	<i>Rattus norvegicus</i>	0.63					
靈長目	人科	人	<i>Homo sapiens</i>		1.62	0.31		1.24	

		樣點編號	MRK10	MRK11	MRK12	MRK13	MRK14	MRK15
目	科	中文俗名	學名					
		工作時數		3168.27	3713.38	3277.95	3561.65	4022.27
				3373.17				
鴕形目	三趾鶲科	棕三趾鶲	<i>Turnix suscitator rostratus</i>		2.14	0.28	0.99	0.30
鴕形目	鳩鵠科	金背鳩	<i>Streptopelia orientalis orii</i>	0.27	0.31		2.49	
		珠頸斑鳩	<i>Streptopelia chinensis chinensis</i>			1.49	0.89	
啮齒目	鼠科	小黃腹鼠	<i>Rattus losea</i>	0.95				
		赤背條鼠	<i>Apodemus agrarius</i>	0.63	0.27			
		溝鼠	<i>Rattus norvegicus</i>	0.63				
雞形目	雉科	竹雞	<i>Bambusicola sonorivox</i>	0.54		0.25	0.30	
鶲形目	杜鵑科	番鶲	<i>Centropus bengalensis lignator</i>			0.25		
鶲形目	鶲科	黑冠麻鶲	<i>Gorsachius melanolophus</i>	1.08			1.19	
鷹形目	鷹科	北雀鷹	<i>Accipiter nisus fujiyamae</i>	0.27				
		鳳頭蒼鷹	<i>Accipiter trivirgatus formosae</i>	0.27				
雀形目	王鶲科	黑枕藍鶲	<i>Hypothymis azurea oberholseri</i>	0.81				

目	科	中文俗名	學名	樣點編號					
				MRK10	MRK11	MRK12	MRK13	MRK14	MRK15
		工作時數		3168.27	3713.38	3277.95	3561.65	4022.27	3373.17
伯勞科	紅尾伯勞	<i>Lanius cristatus cristatus</i>		0.63					
扇尾鶲科	灰頭鶲鶲	<i>Prinia flaviventris sonitans</i>			0.31				
	褐頭鶲鶲	<i>Prinia inornata flavirostris</i>				1.68			
梅花雀科	斑文鳥	<i>Lonchura punctulata topela</i>			1.22				
		<i>Acridotheres cristatellus</i>							
椋鳥科	冠八哥	<i>formosanus</i>		0.32					
	白尾八哥	<i>Acridotheres javanicus</i>		0.32					
畫眉科	小彎嘴	<i>Pomatorhinus musicus</i>			1.35				
	山紅頭	<i>Cyanoderma ruficeps praecognitum</i>			0.54				
鶲科	樹鶲	<i>Dendrocitta formosae formosae</i>		2.96					
噪眉科	臺灣畫眉	<i>Garrulax taewanus</i>			3.50			0.59	
樹鶯科	遠東樹鶯	<i>Horornis canturians borealis</i>		2.96					

目	科	中文俗名	學名	樣點編號					
				MRK10	MRK11	MRK12	MRK13	MRK14	MRK15
		工作時數		3168.27	3713.38	3277.95	3561.65	4022.27	3373.17
繡眼科	綠繡眼	<i>Zosterops japonicus simplex</i>		0.54					
鶲科	白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis formosae</i>		2.42					
鶲科	白眉鶲	<i>Turdus obscurus</i>					0.30		
	赤腹鶲	<i>Turdus chrysolaus chrysolaus</i>		0.27			0.59		
鶲科	白腰鵲鴝	<i>Copsychus malabaricus</i>					0.30		
	野鴝	<i>Calliope calliope calliope</i>		8.08			0.50		
	黃尾鴝	<i>Phoenicurus auroreus auroreus</i>		5.92			0.89		
鶲鴝科	灰鶲鴝	<i>Motacilla cinerea cinerea</i>		0.32					
鸚嘴科	粉紅鸚嘴	<i>Sinosuthora webbianus bulomachus</i>		1.62					
有鱗目	石龍子科	中國石龍子	<i>Plestiodon chinensis formosensis</i>	8.21					

附表四、縣道 140 卓蘭段自動相機監測樣點出現頻度指數(續)

		樣點編號	MRK19	MRK29	MRK34
		工作時數	1987.87	1362.80	669.47
目	科	中文俗名 學名			
兔形目	兔科	臺灣野兔 <i>Lepus sinensis formosus</i>	9.05		
食肉目	犬科	犬 <i>Canis lupus familiaris</i>	7.55	3.67	
		<i>Melogale moschata</i>			
	貂科	鼬獾 <i>subaurantiaca</i>		7.34	7.47
	貓科	石虎 <i>Prionailurus bengalensis</i>	0.50		1.49
		貓 <i>Felis silvestris catus</i>		0.73	
	獴科	食蟹獴 <i>Herpestes urva formosanus</i>	0.50		
	靈貓科	白鼻心 <i>Paguma larvata taivana</i>		1.49	
靈長目	人科	人 <i>Homo sapiens</i>		13.94	
鴿形目	鳩鴿科	金背鳩 <i>Streptopelia orientalis orii</i>		0.73	
		珠頸斑鳩 <i>Streptopelia chinensis chinensis</i>			

樣點編號		MRK19	MRK29	MRK34
工作時數		1987.87	1362.80	669.47
目	科	中文俗名	學名	
雞形目	雉科	竹雞	<i>Bambusicola sonorivox</i>	1.49
雀形目	扇尾鶲科	褐頭鷦鷯	<i>Prinia inornata flavirostris</i>	0.73
	噪眉科	臺灣畫眉	<i>Garrulax taewanus</i>	1.49
	鶲科	白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis formosae</i>	1.49

附表五、縣道 128 自動相機監測樣點出現頻度指數

		樣點編號		MRK07	MRK08	MRK09	MRK21	MRK26	MRK27	MRK28
		工作時數		4708.40	4704.35	4666.48	4179.78	1374.32	1367.67	1367.12
科	目	中名	學名							
兔形目	兔科	臺灣野兔	<i>Lepus sinensis formosus</i>		0.21					
食肉目	犬科	犬	<i>Canis lupus familiaris</i>		0.64	3.86				
	貂科	鼬獾	<i>Melogale moschata subaurantiaca</i>	0.21	2.34	43.93		2.18	2.92	
	貓科	石虎	<i>Prionailurus bengalensis</i>		1.28	0.86	0.48		1.46	0.73
		貓	<i>Felis silvestris catus</i>	1.91	2.98	1.29	5.98			0.73
	獴科	食蟹獴	<i>Herpestes urva formosanus</i>		0.21	1.07				
	靈貓科	白鼻心	<i>Paguma larvata taivana</i>	10.62	4.04	2.14		0.73	8.04	7.31
		麝香貓	<i>Viverricula indica taivana</i>		1.91	0.86	0.48	0.73	1.46	
齒齒目	松鼠科	赤腹松鼠	<i>Callosciurus erythraeus thailandensis</i>	1.27	3.19	5.36	1.20		5.12	0.73
	鼠科	小黃腹鼠	<i>Rattus losea</i>			0.43				
		玄鼠	<i>Rattus rattus</i>			0.21				

		樣點編號	MRK07	MRK08	MRK09	MRK21	MRK26	MRK27	MRK28	
科	目	中名	學名							
		工作時數		4708.40	4704.35	4666.48	4179.78	1374.32	1367.67	1367.12
		刺鼠	<i>Niviventer coninga</i>		0.21			5.85		
靈長目	人科	人	<i>Homo sapiens</i>		1.29			11.70		
鴟形目	鷲鴞科	領角鷲	<i>Otus lettia glabripes</i>			0.24				
鴿形目	三趾鶉科	棕三趾鶉	<i>Turnix suscitator rostratus</i>					3.66		
鴿形目	鳩鴿科	金背鳩	<i>Streptopelia orientalis ori</i>	2.13	0.21	0.24		0.73		
		紅鳩	<i>Streptopelia tranquebarica huminis</i>			0.24				
		珠頸斑鳩	<i>Streptopelia chinensis chinensis</i>	0.21		6.70		6.58		
		翠翼鳩	<i>Chalcophaps indica indica</i>	0.21						
雞形目	雉科	竹雞	<i>Bambusicola sonorivox</i>	2.76	2.57	2.39	3.66	20.48		
		雞	<i>Gallus gallus domesticus</i>			0.24				
鶲形目	鶲科	黑冠麻鶲	<i>Gorsachius melanolophus</i>	0.21		0.96				
鶴形目	秧雞科	灰腳秧雞	<i>Rallina eurizonoides formosana</i>		1.50		0.73			

		樣點編號	MRK07	MRK08	MRK09	MRK21	MRK26	MRK27	MRK28
科	目	中名	學名						
雀形目	王鶲科	黑枕藍鶲	<i>Hypothymis azurea oberholseri</i>	0.21		1.07			
	伯勞科	紅尾伯勞	<i>Lanius cristatus cristatus</i>						1.46
	麻雀科	麻雀	<i>Passer montanus saturatus</i>			0.72			
	畫眉科	小彎嘴	<i>Pomatorhinus musicus</i>	0.64	1.28	1.50	0.48		1.46
	鶲科	樹鶲	<i>Dendrocitta formosae formosae</i>		0.64			0.73	
	噪眉科	臺灣畫眉	<i>Garrulax taewanus</i>			4.50		2.92	0.73
	樹鶯科	遠東樹鶯	<i>Horornis canturians borealis</i>			0.43			
	鶇科	白腹鶇	<i>Turdus pallidus</i>		1.70	0.43	0.72		
		赤腹鶇	<i>Turdus chrysolaus chrysolaus</i>			0.21			
	鶲科	野鶲	<i>Calliope calliope calliope</i>		0.85	1.29			2.93
有鱗目	正蜥科	古氏草蜥	<i>Takydromus kuehnei</i>			0.21			
	石龍子科	中國石龍子	<i>Plestiodon chinensis formosensis</i>			0.21			

附表六、苗 29 鄉道自動相機監測樣點出現頻度指數

			地點編號	29M01	29M10	29M11	29M12	29M13	29M14	29M15
			總工作時	5613.17	2349.87	2348.08	66.68	4969.37	4367.85	3355.75
目	科	中文俗名	學名							
兔形目	兔科	臺灣野兔	<i>Lepus sinensis formosus</i>	0.71						
食肉目	犬科	犬	<i>Canis lupus familiaris</i>		0.43				0.23	
	貂科	鼬獾	<i>Melogale moschata subaurantiaca</i>	26.72		8.52		1.41	0.69	
	貓科	石虎	<i>Prionailurus bengalensis</i>	1.78	0.85			0.60	1.14	0.60
		貓	<i>Felis silvestris catus</i>	0.53	11.49	0.85		1.21	0.69	9.83
	靈貓科	白鼻心	<i>Paguma larvata taivana</i>	8.20	8.09			0.80	1.37	9.54
鱗甲目	穿山甲科	穿山甲	<i>Manis pentadactyla pentadactyla</i>		0.85			0.80		
齒齒目	松鼠科	赤腹松鼠	<i>Callosciurus erythraeus thaiwanensis</i>		0.43					
	鼠科	玄鼠	<i>Rattus rattus</i>	0.18						
		溝鼠	<i>Rattus norvegicus</i>	0.18						
鼩形目	尖鼠科	臭鼩	<i>Suncus murinus</i>	3.92		11.50				

目	科	中文俗名	學名	地點編號							
				29M01	29M10	29M11	29M12	29M13	29M14	29M15	
		總工作時		5613.17	2349.87	2348.08	66.68	4969.37	4367.85	3355.75	
靈長目	人科	人	<i>Homo sapiens</i>						0.46		
雞形目	雉科	竹雞	<i>Bambusicola sonorivox</i>								
鶴形目	秧雞科	白腹秧雞	<i>Amaurornis phoenicurus chinensis</i>						0.23		
鴿形目	鳩鴿科	金背鳩	<i>Streptopelia orientalis orii</i>	0.43				1.81	0.46		
		紅鳩	<i>Streptopelia tranquebarica huminis</i>								
		珠頸斑鳩	<i>Streptopelia chinensis chinensis</i>	1.28				0.40	0.46		
雀形目	伯勞科	紅尾伯勞	<i>Lanius cristatus cristatus</i>	0.85	29.99				1.83		
	扇尾鶲科	褐頭鷦鷯	<i>Prinia inornata flavirostris</i>					0.23			
	梅花雀科	白腰文鳥	<i>Lonchura striata swinhoei</i>					0.23			
	畫眉科	小彎嘴	<i>Pomatorhinus musicus</i>					0.23			
	鶲科	樹鶲	<i>Dendrocitta formosae formosae</i>	0.43							
	噪眉科	臺灣畫眉	<i>Garrulax taewanus</i>	0.43	29.99	1.41	3.89				

目	科	中文俗名	學名	地點編號							
				29M01	29M10	29M11	29M12	29M13	29M14	29M15	
		總工作時		5613.17	2349.87	2348.08	66.68	4969.37	4367.85	3355.75	
繡眼科	綠繡眼	<i>Zosterops japonicus simplex</i>								0.23	
鶲科	白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis formosae</i>								0.69	
有鱗目	黃領蛇科 黑眉錦蛇	<i>Orthriophis taeniura friesi</i>								0.60	
龜鱉目	地龜科 斑龜	<i>Mauremys sinensis</i>					0.43				

附表六、苗 29 鄉道自動相機監測樣點出現頻度指數(續)

		地點編號		29M16	29M17	29M18	29M20	29M22	29M23	29M24
		總工作時		3358.12	3356.18	2623.48	2353.23	3048.67	1474.85	2302.00
目	科	中文俗名	學名							
食肉目	犬科	犬	<i>Canis lupus familiaris</i>	0.89		1.52	0.85		0.68	
	貂科	鼬獾	<i>Melogale moschata subaurantiaca</i>	0.89			2.12	15.74	2.71	0.87
	貓科	石虎	<i>Prionailurus bengalensis</i>	1.49		0.76	0.42	1.97		1.30
		貓	<i>Felis silvestris catus</i>	19.95	0.89	6.86	31.45	1.97		6.08
	靈貓科	白鼻心	<i>Paguma larvata taivana</i>	12.80	4.77		2.55	3.28	0.68	18.68
齒齒目	松鼠科	赤腹松鼠	<i>Callosciurus erythraeus thaiwanensis</i>	0.30					1.74	
	鼠科	刺鼠	<i>Niviventer coninga</i>		0.30					
靈長目	人科	人	<i>Homo sapiens</i>		0.30	1.14				
鷹形目	鷹科	鳳頭蒼鷹	<i>Accipiter trivirgatus formosae</i>				0.33			
鴿形目	鳩鴿科	金背鳩	<i>Streptopelia orientalis orii</i>	4.76			7.22	0.33		
		珠頸斑鳩	<i>Streptopelia chinensis chinensis</i>					1.31		

目	科	中文俗名	學名	地點編號							
				29M16	29M17	29M18	29M20	29M22	29M23	29M24	
		總工作時		3358.12	3356.18	2623.48	2353.23	3048.67	1474.85	2302.00	
雀形目	王鶲科	黑枕藍鶲	<i>Hypothymis azurea oberholseri</i>					0.66			
	梅花雀科	斑文鳥	<i>Lonchura punctulata topela</i>					0.33			
	噪眉科	臺灣畫眉	<i>Garrulax taewanus</i>	0.60	0.30		2.55	1.97		2.17	
	繡眼科	綠繡眼	<i>Zosterops japonicus simplex</i>					0.33			
	鶲科	黑臉鶲	<i>Emberiza spodocephala personata</i>			1.27					
	鶲科	紅嘴黑鶲	<i>Hypsipetes leucocephalus nigerrimus</i>				0.66				
	鸚嘴科	粉紅鸚嘴	<i>Sinosuthora webbianus bulomachus</i>				0.33				
有鱗目	石龍子科	印度蜓蜥	<i>Sphenomorphus indicus</i>					0.43			

附表七、縣道 128、52、14 鄉縣道架設自動相機監測樣點出現頻度指數

			樣點編號	MRK16	MRK17	MRK18-2	MRK20	MRK24	MRK25	MRK32
			工作時數	3362.75	4146.43	2999.58	3965.78	2351.37	2328.95	1173.12
目	科	中文俗名	學名							
兔形目	兔科	臺灣野兔	<i>Lepus sinensis formosus</i>							0.85
食肉目	犬科	家犬	<i>Canis lupus familiaris</i>		1.45			1.01	1.70	9.38
	貂科	鼬獾	<i>Melogale moschata subaurantiaca</i>	0.59	14.71			53.21	20.41	45.51
	貓科	石虎	<i>Prionailurus bengalensis</i>				2.02	1.70		0.85
		家貓	<i>Felis silvestris catus</i>	22.90	8.44	0.33	10.84	5.10	3.86	0.85
	獴科	食蟹獴	<i>Herpestes urva formosanus</i>				79.93	96.11	88.88	4.26
	靈貓科	白鼻心	<i>Paguma larvata taivana</i>	5.35	24.84		51.94	11.91	27.48	4.26
偶蹄目	鹿科	山羌	<i>Muntiacus reevesi micrurus</i>							2.56
鱗甲目	穿山甲科	穿山甲	<i>Manis pentadactyla pentadactyla</i>							0.85
嚙齒目	鼠科	玄鼠	<i>Rattus rattus</i>				0.25			
		田鼴鼠	<i>Mus caroli</i>		2.67					

目	科	中文俗名	學名	樣點編號						
				MRK16	MRK17	MRK18-2	MRK20	MRK24	MRK25	MRK32
		工作時數		3362.75	4146.43	2999.58	3965.78	2351.37	2328.95	1173.12
鼩形目	尖鼠科	臭鼩	<i>Suncus murinus</i>		0.67		1.01			
靈長目	人科	人	<i>Homo sapiens</i>		0.33		0.25			
鴿形目	鳩鴿科	金背鳩	<i>Streptopelia orientalis orii</i>	1.21						
		珠頸斑鳩	<i>Streptopelia chinensis chinensis</i>	0.48						
雞形目	雉科	竹雞	<i>Bambusicola sonorivox</i>	4.34				4.26		
		臺灣山鷄	<i>Arborophila crudigularis</i>	0.24				0.85		
鶲形目	鶲科	黑冠麻鶲	<i>Gorsachius melanolophus</i>	0.48		0.25				
鼩形目	尖鼠科	臭鼩	<i>Suncus murinus</i>		0.67		1.01			
鶴形目	秧雞科	灰腳秧雞	<i>Rallina eurizonoides formosana</i>			0.25				
雀形目	扇尾鶯科	灰頭鵙鶯	<i>Prinia flaviventris sonitans</i>	0.89				0.85		
	畫眉科	小彎嘴	<i>Pomatorhinus musicus</i>	1.19	1.93			0.43		

目	科	中文俗名	學名	樣點編號		MRK16	MRK17	MRK18-2	MRK20	MRK24	MRK25	MRK32
				工作時數		3362.75	4146.43	2999.58	3965.78	2351.37	2328.95	1173.12
	鶲科	樹鶲	<i>Dendrocitta formosae formosae</i>		0.24							
	噪眉科	臺灣畫眉	<i>Garrulax taewanus</i>		4.10				0.43	6.01	11.08	
	樹鶯科	遠東樹鶯	<i>Horornis canturians borealis</i>		1.45					0.86		
	鶲科	白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis formosae</i>		0.48							
	鶲科	赤腹鶲	<i>Turdus chrysolaus chrysolaus</i>								12.79	
	鶲科	野鵠	<i>Calliope calliope calliope</i>		13.02						1.70	
		臺灣紫嘯鶲	<i>Myophonus insularis</i>		8.00							
	鸚嘴科	粉紅鸚嘴	<i>Sinosuthora webbianus bulomachus</i>		0.24							
有鱗目	石龍子科	麗紋石龍子	<i>Plestiodon elegans</i>							1.72		
	飛蜥科	斯文豪氏攀蜥	<i>Japalura swinhonis</i>		0.30							
	黃頸蛇科	南蛇	<i>Ptyas mucosus</i>		0.30							
		臭青公	<i>Elaphe carinata</i>		0.30							

附表八、期中報告審查意見與回覆

許家興委員兼副召集人	廠商答覆
<p>1. P53 頁石虎活動模式分析部分，建議考量季節晝夜變化，已排除資料失真。</p> <p>2. P14 「路殺率」一詞是否恰當，建請研議。</p> <p>3. 秋冬季節路殺較多，是否有考量季節晝夜長短變化因素。</p> <p>4. 路殺以卡方適合度檢定分析，其原因為何？其統計方法是否有考量族群母數變化及族群公母分布？</p> <p>5. 路殺路段是否與交通流量與限速有關？建議可納入考量。</p> <p>6. 附表二”附近”有小型雞舍，”附近”是否宜定義數值，以提高後續資料分析之可靠性。</p> <p>7. 報告內文與附表之專有名詞呈現方式，建議統一，以方便業務單位判讀。</p>	<p>1. 感謝委員提醒，由於拍攝次數並不夠多到區分季節，加上多為夜晚活動，在呈現石虎活動模式上，應可說明道路附近石虎的活動時間，也就是夜晚與接近晨昏是石虎的路殺高風險時段。</p> <p>2. 感謝委員提醒，已修正為路殺比例。</p> <p>3. 季節性比較，僅呈現季節差異，對於造成季節性差異的原因，除了生態行為差異，若考量季節晝夜長短，秋冬季夜晚時間較短，但卻有較多的路殺，對比下來更呈現秋冬高路殺風險的現象。然而，石虎確切路殺時間少有精確的紀錄，因此不易校正。</p> <p>4. 適合度檢定已有考量族群母數變化及族群公母分布，根據這樣的母數計算出期望值進行統計分析。</p> <p>5. 因無交通流量資料，因此無法納入分析，加上路殺多發生在夜間，夜間車流量與車速，並無資料可供分析比較，這是困難處，因此目前僅能以道路分級與路寬等納入考量，並加入人口，這些應都與交通流量與車速有相關。</p> <p>6. 雞舍並不會納入分析，因此僅為周遭環境描述，將修正相關用詞。</p> <p>7. 尊照辦理。</p>
張俊義委員	廠商答覆
<p>1. 排除路殺車禍 X 光死因外，鼠、農藥及傳染病(小病毒)死因之防疫機關鑑定。</p> <p>2. TNR 犬貓數量出沒頻度年度調查增減變化？評估影響度？</p> <p>3. 年度幼石虎死亡數量，可否請教統計學專家，推估統計出苗栗縣每年繁衍數和苗栗縣生態棲息分布數量。</p> <p>4. 若有其他中長期規畫方案，在</p>	<p>1. 痘病採樣與分析目前委由國立屏東科技大學野生動物保育研究所陳貞志助理教授負責進行，後續資料由屏科大於其科技部計畫中進行呈現。</p> <p>2. 若使用自動相機進行監測，將進一步檢視影像判定犬貓是否有進行 TNR 之標記，然而初步檢視被拍攝到的大部分的犬貓並未進行 TNR。</p> <p>3. 林務局於 2016 年完成之重要石虎棲地保育評析研究中，推估目前全台石虎數</p>

<p>短期內是否可於死亡熱點架設太陽能警示紅、藍閃燈，讓通行車輛減速，避免再發生車禍和死亡石虎。</p>	<p>量約介於 468-699 隻，透過再分析其資料亦可推算苗栗縣之石虎數量。但由於不同年紀性別的石虎，可能有不同的路殺比例，因此若用以推估族群結構中的年齡性別比例，可能有偏差。</p> <p>4. 感謝委員建議，這個方式成本低廉，相關單位應可嘗試。</p>
<p>李環泓委員</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 以目前的資料，路殺除了與道路型態及設施有相關性外，石虎利用水系的相關性是否也和路殺有關？建議以水系及道路之相關性進行分析。 2. 苗 29 路殺段的監測是否可以延伸到後龍溪北岸前瞻建設的既定範圍。 3. 建議將各種改善措施的成本列出成本分析。 4. 依現有路殺熱點，請提出需要進行箱涵、天橋或是其他友善設施的位置，並要求相關單位改善。 	<p>廠商答覆</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員建議，相關分析會將距溪流距離、密度與道路密度等，納入主成分分析與大尺度路殺風險分析中。但由於靠近平地溪床多為平坦地，也多是適合道路興建，不一定可從中釐清個別影響。 2. 目前於苗 29 監測路段之北岸已架設一台自動相機進行監測。 3. 感謝委員建議，因苗 29 已有施作經驗，因此縣府在圍網、光學警示裝置、警告牌皆已有相關經費成本分析資料，但是其他大規模工程(如跨越橋或地下通道)、噪音路面等，隨樣貌型式差異很大，可能不易提出成本分析。 4. 感謝委員建議，後續路殺改善建議會提出建議位置。
<p>林育秀委員</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 圖21沒有對應的內文標註，另 24.86 是否為誤植，和圖22無法對應。 2. 計畫內文提到有些雞戶可能是潛在問題，是否有機會納入新竹林管處的案子做後續處理。 3. 針對5處建議，是否已有建議處理之優先次序。 4. 內文提到苗29線的改善措施增設2公尺高(以道路兩側來說是蠻高的)圍網。 5. 是否評估成本等整理規劃，及適用於其他路段的可行性。 	<p>廠商答覆</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員提醒，後續報告會修正。 2. 感謝委員建議，將嘗試與養雞戶溝通。 3. 目前以縣道140為主要處理路段，另外苗29鄉道則另有專案處理中，縣道128則是另外一個建議優先處理的路段，將於後續報告中討論之。 4. 苗29鄉道已於本年度2月底完成2K往東側之防護網工程，該防護網高度至少2公尺。 5. 感謝委員建議，因苗29已有施作經驗，因此縣府在圍網、光學警示裝置、警告牌皆已有相關經費成本分析

	資料，但是其他大規模工程(如跨越橋或地下通道)、噪音路面等，隨樣貌型式差異很大，可能不易提出成本分析。
行政院農業委員會林務局楊育昌技士	<p>廠商答覆</p> <p>1. 剛剛提到「公石虎移動距離較長」是否有資料佐證(如無線電追蹤、標放再捕捉紀錄)移動距離長與路殺頻率之間的關係如何佐證？(如無線電記錄他們在道路附近活動和非道路維持一定比例)</p> <p>2. 如果石虎在道路附近偏夜間活動，那日夜間移動距離是否配合交通流量分開統計？避免造成統計誤判。</p> <p>3. 國土綠網計畫現階段是107~110年，「108~120年」可能是誤繕。</p> <p>4. P3「140縣道改善建議」最後一句「作為苗栗縣政府108年綠網計畫執行依據」，但此計畫執行期限為6月30日，是否109年再執行比較合適？</p> <p>5. P11-12聲音警示能否考慮石虎可聽見，卻不干擾居民的頻率(例如高頻音)即使背景音吵雜，但有些頻率卻不容易被蓋過，提供執行單位參考。</p> <p>6. 「友善動物通道木梯」能否改成堆積石塊、土壤(可以長草)之斜坡，以利動物利用？</p> <p>7. 多次提到「附近養雞場可能會吸引石虎靠近」，P37有提及「需透過訪談」，是否已有訪談過養雞居民，或在附近設相機去比較養雞/沒養雞之石虎OI值？</p> <p>1. 根據先前陳美汀博士追蹤個體，公石虎之活動距離較母石虎為長。至於其活動距離與路殺頻率之確切關聯性，仍待更精確且更密集的追蹤資料來佐證，目前僅能就因其活動距離較長，而有較高機會穿越馬路，進而增加其路殺風險來解釋。</p> <p>2. 感謝委員建議，但目前並無區分石虎日夜移動距離差異資料，也無詳細的各個路段，特別是鄉縣道的交通流量資料，因此無法考量這些因素的可能影響。</p> <p>3. 感謝委員提醒，已更正。</p> <p>4. 感謝委員建議，此為當初邀標書所列之文字，因此保留，加上縣道140已預計108年度有改善經費，將配合縣府工務處施作期程進行改善建議。</p> <p>5. 感謝委員建議，特生已有進行圈養個體對相關聲音反應之實驗，後續應可參考其成果。但聲音警示，在設置上，就會需要電源供應，在施作地點上，亦須考慮聲音對居民或其他動物的影響。</p> <p>6. 感謝委員建議，將再與縣府討論，根據現場自動相機記錄之石虎行為，因地制宜進行調整，因該區較陡且落差大，應是以配合坡面，加上導引網，輔以木棧道平台，採取之字形方式引導石虎利用。</p> <p>7. 目前尚未進行訪談，若現場有碰到養雞戶，會嘗試進行訪談。但因為該區為平坦地果園區，周遭都是私人土地且空曠，自動照相機難以比較養雞場</p>

<p>8. 建議對各路殺路段路殺點附近改善可以置表協助了解，如：</p> <table border="1" data-bbox="219 242 711 698"> <thead> <tr> <th>路號</th><th>里程</th><th>跳動路面</th><th>增設路燈</th><th>加新涵洞</th><th>圍網</th><th>木梯斜坡</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>苗14</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>縣道140</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>苗29</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	路號	里程	跳動路面	增設路燈	加新涵洞	圍網	木梯斜坡	苗14							縣道140							苗29							<p>附近之石虎出現OI值差異。</p> <p>8. 感謝委員建議，因配合圖面位置呈現，加上針對每個路殺點或路段進行個別討論與建議，因此仍以分區建議為主要呈現方式。</p> <p>9. 感謝委員提醒，本計畫內容應與苗29施作期程與設計內容沒有太大的衝突。</p>
路號	里程	跳動路面	增設路燈	加新涵洞	圍網	木梯斜坡																							
苗14																													
縣道140																													
苗29																													
<p>9. 苗29目前綠網計畫已設計發包，本次計畫結論是否影響原有工期、設計內容？</p> <p>本府工務處黃哲君科長</p> <ol style="list-style-type: none"> 140線為縣道，前面用詞不須加”苗”字。 中間分隔島為紐澤西式，其曲率有一訂規範，下方簍空有違規定，建議規畫部分缺口方式。 跳動路面是否指減速標線？ 140線箱涵可能會涉及河川局的河川治理計畫範圍(計畫洪水位等)，請研究單位協助洽三河局了解溝通。 工務段爭取計畫經費有限，與保育科再協調工作分配。 	<p>廠商答覆</p> <ol style="list-style-type: none"> 遵照辦理。 感謝科長提醒，後續相關建議將據以修正。 是的。而或是透過鋪設較粗糙的材質，來達到增加車行噪音的效果，會修正相關用詞。 140縣道尚未有發現地下排水箱涵，目前較不建議建造地下箱涵，主要因為附近私有地與農地，不易導引動物利用箱涵。 																												

附表九、期末報告審查意見與回覆

許家興委員兼副召集人	廠商答覆
<p>1. 專有名詞建議列表說明其數值意義或評估標準，以方便利用。</p> <p>2. 圖 12、13、14、16，其評估資料是否包含時間因子？若有，建議於圖表說明處註明。</p> <p>3. 圖 13、14、16 圖例說明之數值，建議加註評估標準(或數值之意義)，以方便道路管理單位評估改善之優先順序。</p> <p>4. 路殺熱區是否有考量時間因子，若有，可否評估同一熱區之路殺風險是否有逐年遞增(或遞減)之趨勢，以方便道路管理單位作日後改善效果之評估。</p> <p>5. 報告路殺點(區)建議加註道路位置(與現行道路管理單位相同之單位)以方便利用。</p> <p>6. 建議蒐集現有其他野生動物路殺資料，並與本報告調查對象作比較分析。</p>	<p>1. 感謝委員建議。</p> <p>2. 已補充路殺統計期間為 2011/11/6~2019/6/20</p> <p>3. 已於圖說中補充說明</p> <p>4. 因每一熱區路殺數量太少，難以看出時間趨勢，但彙整所有路殺紀錄，比較逐年趨勢，逐步增加趨勢應與越來越多人關注有關，但近幾年數字大致穩定在 10-13 隻之間，但今年似乎有較多的路殺數量，後續仍需持續記錄，才有可能討論是否有逐年變化之趨勢。</p> <p>5. 遵照辦理。</p> <p>6. 此部分資料由農委會特有生物保育研究中心負責蒐集與分析。</p>
張俊義委員	廠商答覆
<p>1. 農委會浪犬調查，本縣由 98 年 6543 隻，104 年 2435 隻，107 年遞減至 1685 隻；家犬貓每 2 年調查一次數量是否有增加，但家犬貓皆會做小病毒性腸炎病毒疫苗注射免疫；若以屏科大陳貞志博士 2015~2016 本縣路殺石虎檢驗報告，送檢 13 隻中 11 隻陽性，2017 年以後本縣送檢石虎感染小病毒導致路殺的關聯性，不知有無這資料？因為動保法修法於 2017 年 2 月後零撲殺政策，各縣市皆有實施 TNVR (捕捉絕育疫苗回置)。</p> <p>2. 以苗 29 鄉道路殺案例，有家禽</p>	<p>1. 痘病部分由屏科大陳貞志博士負責收集與分析，內文中，則加上引用陳貞志在科學發展發表相關資料整理之文章作為參考文獻。</p> <p>2. 以目前成果來看，認為可能是因國道 1 號東側之石虎棲地較為完整，使得其路殺情形較少，是否是因族群增加導致擴散，由於目前並無相關資料，因此難以推論。</p>

屠宰場活禽繫留，以及苗 140 線道路殺案例，和國道 1 號以東淺山區域較少路殺，是否是苗栗石虎保育復育族群數量增加的領域外擴，造成在大安溪和後龍溪沿岸苗 29 及苗 140 有較多的路殺石虎現象。	
李璟泓委員 1. 路殺熱點的石虎與小病毒之間的關係是否有相關的資訊？ 2. RK061 的位置因為是野生動物穿越的路線，是否可提出改善建議。	廠商答覆 1. 此部分尚待屏科大陳貞志博士之成果發表，內文中，則加上引用陳貞志在科學發展發表相關資料整理之文章作為參考文獻。 2. 遵照辦理。
林育秀委員 1. 針對已設置圍網的後續維護是由何單位負責？ 2. 新闢道路的評估作業？ 3. 路殺點位誤差，請整合校正資料。 4. 路殺個體與小病毒的關係？ 5. 針對建議改善路段簡化圖面，以供主辦單或工務處、警察局參考。	廠商答覆 1. 感謝委員提醒，建議縣府進行相關之考量。 2. 感謝委員建議，在新闢道路一開始就納入路殺與開闢必要性相關考量為最根本，提供縣府參考。 3. 遵照辦理。 4. 此部分尚待屏科大陳貞志博士之成果發表，內文中，則加上引用陳貞志在科學發展發表相關資料整理之文章作為參考文獻。 5. 感謝委員建議，結案亦另會有相關 GIS 圖資提供相關單位套疊。
行政院農業委員會林務局楊育昌技士 1. 某些動物通道，如火炎山隧道的涵洞，只有犬貓使用，是否可能是石虎不利用的原因之一？ 2. 如是，有無建議涵洞改造方法，使犬貓使用不便或不願使用，如簡易木梯或在積水處堆疊沙包，提高石虎及其他野生動物利用率。 3. 積水涵洞沙包、簡易木梯、道路中央分隔道打通及反光板的間距，請將石虎體型與犬的大小作	廠商答覆 1. 由於大部分石虎會使用的涵洞，亦仍會有犬貓使用，因此或許不是石虎不使用的緣由之一。火炎山隧道西側該涵洞較小較不明顯，缺乏導引，且周邊地景開闊，推測石虎可能因此較傾向直接過馬路而不使用該涵洞進行穿越。 2. 目前確實有在規劃能排除犬隻使用的木梯，如苗 29 鄉道之涵洞 A 設置之簡易木梯，由於僅用樹枝搭設，可能因面積較細而犬隻尚無使用。

<p>考量，以犬不易使用，石虎卻利用無虞為原則。</p> <p>4. 140線在石虎公園至卓蘭大橋間路段既直又寬，且砂石車多，警示設施、跳動路面之於砂石車駕駛可能影響較小，建議類似路段增加對於砂石車較有效之方法。</p>	<p>3. 感謝委員建議。</p> <p>4. 感謝委員建議，若使用粗糙鋪面則不限車種皆可製造警示聲響，或許是可以考量的一個方向。</p>
<p>行政院農業委員會林務局新竹林區管理處楊技正淑瀚</p> <p>1. P20路殺統計上雄性個體冬季是成體大於亞成體，雌性剛好相反，可能的原因為何？</p> <p>2. 改善路段綠籬的清除作法，建議提供淺顯說帖供縣府向鄉親說明，避免疑慮。</p> <p>3. 每5公尺1具反光板的密度，參考依據為何？有案例調整差異的可能嗎？</p> <p>4. P50、140線設定石虎引導動線，這個引導廊道剛好是石虎公園二造林現址，雖目前已暫緩，惟雙方應有聯繫交流，避免大面積整地擾動，反降低引導成效。</p> <p>5. P30圖10請更正，並將環境因子納入圖面。</p> <p>6. 130線及台3大湖段迄今仍然沒有路殺的可能原因？西濱段、好望角段及大廠養雞戶資料匯入可能？</p> <p>7. 結案報告加入建議事項？</p>	<p>廠商答覆</p> <p>1. 推測是因雄性石虎在冬季需要開始尋找配偶，而路殺雄性成體也多是年輕個體，也有可能是較年輕且還沒有固定領域的雄性個體，因此可能因此會較頻繁的移動而增加路殺風險。雌性差異是1:3，排除數量差異還不夠多資料，可能沒有統計上的顯著差異之外，或許因為雌性亞成體經驗較不足。</p> <p>2. 感謝委員建議。</p> <p>3. 所參考依據為反光板廠商之設置建議，但因為原始廠商資料是應用在鹿科動物，應用在小型食肉目上，通常需要較密，實際架設也須依照現地狀況，配合石虎習性進行調整，已修正相關敘述。</p> <p>4. 感謝委員建議，盡力配合相關討論與交流。</p> <p>5. 原已有英文縮寫之環境因子名稱，但不清楚，已將簡報檔中修改過後的版本加入報告中，並把環境因子中文名稱放在周圍，以讓圖面更清楚。</p> <p>6. 縣道130及台3大湖段可能因整體棲地較為完整，縣道130車流量現場觀察較縣道128低，而台3大湖段車流量或許較集中於假日，平時夜間車流量不若縣道128來的高，使得目前尚無路殺，然而後續仍需持續關注與宣導。大型</p>

	<p>養雞場資料目前僅確認有清海宮那一區兩處，後續須請縣府發文相關單位，或在後續的養雞戶調查完畢之後，調出西濱段周遭是否有大型養雞場位置，再套繪之後，進行分析討論，提供主管機關參考。</p> <p>7. 感謝委員建議。</p>
本府工務處	廠商答覆
<p>1. 報告及簡報內部份縣道仍有“苗”字，建議修正。</p> <p>2. 綠籬清除的方式是否需全部移除？倘採取區段或間隔方式是否可行。</p> <p>3. 140線卓蘭23-25K路段，路燈處已有開孔，此缺口是否仍不足供石虎使用，是否需加大缺口？</p> <p>4. 隧道圍網的處理，及涵洞前後收邊，是否再詳細說明補充。</p> <p>5. 未來設計140線預算書圖，請農業處給予協助。</p>	<p>1. 遵照辦理。</p> <p>2. 若無法全面移除，則可折衷僅移除低矮綠籬改以草皮鋪設，朱蕉部分則保留不動，如此可保有景觀上的視覺效果，亦為石虎增加路肩緩衝區空間。紐澤西護欄之路燈缺口，若能再適度加大，並配合缺口處對應的綠籬清除約2公尺，或許具有導引石虎使用缺口通過的效果。</p> <p>3. 建議適度增大。</p> <p>4. 遵照辦理。</p> <p>5. 設計加入農業處協助是很好的建議，若有需要，我們亦願意提供協助與諮詢。</p>
苗栗縣警察局	廠商答覆
<p>1. 本局配合研究報告於140線架設距離約9公里之區間測速系統。</p>	<p>1. 感謝警局配合，區間測速應是最適合縣道140的減緩路殺措施，有效的控制車速將可實際的減緩路殺風險，也提升當地用路人之安全。若有較高疑慮，因石虎路殺多在夜間或晨昏，替代方案可考慮測速系統僅於夜間和晨昏時段啟動，或在此時段降低速限。</p>

附圖一、其他零星路殺點現勘照片集錦



苗 49-1 編號 RK045 路殺點環境照



苗 49-1 編號 RK045 路殺點環境照



苗 49-1 編號 RK045 路殺點旁鐵道



圓屯堤防 RK068 路殺點環境照



圓屯堤防 RK068 路殺點環境照



圓屯堤防 RK068 路殺點旁溪床



龍港火車站 RK029 路殺點環境照



苗 28-1 編號 RK051 路殺點環境照



苗 34-2 編號 RK067 路殺點環境照



苗 121 編號 RK063 路殺點環境照



苗 121 編號 RK063 路殺點環境照



苗 121 編號 RK063 路殺點旁雞舍

附圖二、自動相機所拍攝影片集錦



縣道 140 火炎山隧道東側上方編號 MRK02 自動相機拍攝之石虎日間通過影像，該地點石虎常進行耙地、排泄的行為。



縣道 1286 K 處編號 MRK021 自動相機所拍攝之石虎影像。



大安溪濕地公園靠老庄溪畔編號 MRK34 相機所拍攝之石虎影像。



苗 14 鄉道與台 13 甲下方涵洞編號 MRK24 相機所拍攝石虎使用涵洞影像。



苗 29 鄉道 2K 涵洞 A 編號 29M01 相機所拍攝石虎穿越涵洞影像。



苗 29 鄉道 2K 涵洞 A 編號 29M33 相機所拍攝石虎使用簡易木梯影像。



苗 29 鄉道 2K 涵洞 B 編號 29M15 相機所拍攝石虎準備進涵洞影像。



苗 29 鄉道 1.5K 單向水閘門編號 29M34 相機所拍攝石虎使用涵洞影像。

附錄一、路殺點微環境因子測量方法

項目	測量方式	項目	測量方式
道路因子			
車道寬度	<p>測量目標：道路兩端車道線之距離(含中央分隔帶)</p> <p>測量方法：自路殺點往前往後各走 100 米，分別於路殺點、前後 50 米、前後 100 米進行一次測量，並平均五次測量得該路段平均路寬。</p>	道路彎曲狀況	<p>測量目標：道路彎曲狀況</p> <p>測量方法：測量道路兩側可視最遠距離</p>
道路線道數	<p>測量目標：該路段之線道數量</p> <p>測量方法：目測該路段線道數量(不含路肩)，並且記錄前後一百米是否有縮減車道，如有，應量測縮減處-路殺點距離。</p>	分隔帶- 中央分隔帶	<p>測量目標：中央分隔帶路段佔比</p> <p>測量方法：自路殺點前後各走 100 米，記錄中央分隔帶總長度，測量約佔全路段 200 米之比例，並記錄中央分隔帶分隔島設施之高度及形式(紐澤西護欄、綠籬或其他)以及縫隙數量。</p>

道路級別	資料來源：交通部公路總局路網數值圖	分隔帶-路肩分隔帶	<p>測量目標：路肩分隔帶路段佔比</p> <p>測量方法：自路殺點前後各走 100 米，記錄路肩分隔帶總長度，測量約佔全路段 200 米之比例，並且重複測量道路兩端之分隔帶佔比並平均之，並記錄分隔帶分隔島設施之高度及形式(紐澤西護欄、綠籬或其他)及縫隙數量。</p>
道路能見度	<p>測量目標：可視範圍內(或前後 100 米內)照明設備數量</p> <p>測量方法：於路殺點前後 100 米或可視範圍(應用測距儀測量最遠之照明設備與路殺點距離)計算所有照明設備總數。並批次記錄前後 25 米、50 米、100 米內的區段照明設備數量。</p>	緩衝帶距離	<p>測量目標：道路兩端之路肩分隔帶-行車道邊線之距離</p> <p>測量方法：自路殺點往前往後各走 100 米，分別於路殺點、前後 50 米、前後 100 米進行一次測量，並平均五次得該路段平均綠籬及行車道距離。</p>

環境因子			
綠籬密度	<p>測量目標：相鄰綠籬平均距離</p> <p>測量方法：自路殺點前後各走 100 米，記錄高度低於 0.5 米之相鄰綠籬或樹苗距離，兩側皆測量並平均得相鄰綠籬平均距離。</p>	道路地形類型	<p>測量目標：分級道路地形類型</p> <p>測量方法：將道路地形分為(1)谷(2)脊(3)稜線(4)其中一邊高，一邊平(5)其中一邊低，一邊平(6)平坦。</p>
穿越設備 距離	<p>測量目標：路殺-穿越設備距離</p> <p>測量方法：於可視範圍內若發現箱涵或其他動物可穿越設備，應記錄該設備與路殺點之距離，並記錄該設備形式、尺寸等。若有複數個箱涵則記錄最近者並標記附近箱涵數量。</p>	道路坡度	<p>測量目標：路殺點前後坡度</p> <p>測量方法：自路殺點前後 50 米處直立兩直柱，兩人一組進行測量，以電子測距儀測量兩直柱之角度或以海拔高程差推算兩點坡度。必須注意路殺點是否為該路段最低點。</p>
器材表	<p>測距器材：顯影式電子測距儀、Bushnell 測距單筒望遠鏡、光度儀、坡度儀、測距輪、皮尺</p> <p>定位器材：GPS、地圖</p> <p>文具：紀錄表、紙筆、寫字板；安全器材：三角椎、反光背心、頭燈、手電筒</p>		