

111 年度行政院農業部林業自然保育署

「金絲蛇保育研究計畫」

期末報告書

執行廠商:藍灣生態股份有限公司

中 華 民 國 1 1 2 年 1 2 月 2 7 日

## 目錄

壹、前言.....	6
貳、計畫目標暨工作項目.....	7
一、計畫目標.....	7
二、計畫調查範圍.....	8
三、重要工作項目及內容.....	8
參、執行程序.....	11
一、建立保育工作平台、路殺及路面活體出沒調查.....	11
(一) 北橫公路巴陵-明池段路殺及路面活體出沒調查	
(二) 光華-武道能取樣區蛇類活體及路殺調查	
(三) 文獻蒐集並提出路殺改善建議	
二、金絲蛇族群現況及基礎生物學調查.....	12
(一) 導板式蝦籠陷阱調查	
(二) 路殺個體解剖	
(三) 金絲蛇卵殼分析	
(四) 金絲蛇體內寄生蟲檢視	
三、金絲蛇食物及潛在掠食者調查.....	13
(一) 北橫公路巴陵-明池段金絲蛇食物調查	
(二) 北橫公路巴陵-明池段潛在掠食者調查	
(三) 光華-武道能取樣區蛙類調查	
(四) 北橫公路巴陵-明池段非原生族群食蛇性蛇類食性調查	
四、北橫公路巴陵-明池段車流量調查.....	15
肆、結果.....	16
一、建立保育工作平台及路殺及路面活體出沒調查.....	16
(一) 北橫公路巴陵-明池段路殺及路面活體出沒調查	
(二) 光華-武道能取樣區蛇類活體及路殺調查	
(三) 文獻蒐集並提出路殺改善建議	
二、金絲蛇族群現況及基礎生物學調查.....	19
(一) 導板式蝦籠陷阱調查	
(二) 路殺個體解剖	
(三) 金絲蛇卵殼分析	
(四) 金絲蛇體內寄生蟲檢視	
三、金絲蛇食物及潛在掠食者調查.....	21
(一) 北橫公路巴陵-明池段金絲蛇食物調查	
(二) 北橫公路巴陵-明池段潛在掠食者調查	
(三) 光華-武道能取樣區蛙類調查	

(四) 北橫公路巴陵-明池段非原生族群食蛇性蛇類食性調查	
四、北橫公路巴陵-明池段車流量調查.....	22
<b>伍、討論.....</b>	<b>23</b>
一、建立保育工作平台、路殺及路面活體出沒調查.....	23
二、金絲蛇族群現況調查.....	24
三、金絲蛇食物及潛在掠食者調查.....	25
四、北橫公路巴陵-明池段車流量調查.....	26
<b>陸、改善建議.....</b>	<b>27</b>
一、金絲蛇保育研究.....	27
二、非原生食蛇性蛇類相關工作.....	27
三、路殺改善.....	28
四、其他建議.....	30
<b>柒、參考文獻.....</b>	<b>31</b>

## 表目錄

表一、兩棲類鳴叫聲量表.....	35
表二、111 年 7 月至 112 年 10 月間北橫公路巴陵-明池段路面調查物種名錄...	36
表三、111 年 7 月至 112 年 10 月間北橫公路巴陵-明池段路面調查結果(隻次).....	37
表四、111 年 7 月北橫公路巴陵-明池段路殺蛇類調查結果.....	38
表五、111 年 10 月至 112 年 10 月光華、武道-能敢道路樣區路面調查名錄.....	39
表六、111 年 10 月至 112 年 10 月光華、武道-能敢道路樣區路面調查物種隻次.....	40
表七、111 年 9 月至 112 年 10 月各樣區導板式蝦籠陷阱組數更動變化(組).....	41
表八、111 年 9 至 10 月、112 年 3 至 10 月導板式蝦籠陷阱捕獲脊椎動物物種名錄.....	42
表九、111 年 9 至 10 月、112 年 3 至 10 月各月份導板式蝦籠陷阱捕獲物種及隻次.....	43
表十、金絲蛇寄生蟲名錄及相關資訊.....	44
表十一、111 年 8 月北橫公路巴陵-明池段蛙類調查結果.....	45
表十二、111 年 9 至 10 月、112 年 3 至 10 月潛在掠食者調查物種名錄.....	45
表十三、111 年 8 至 10 月 112 年 2 至 4 月金絲蛇潛在掠食者紀錄.....	46
表十四、111 年 11 月至 112 年 10 月光華、武道-能敢道路樣區蛙類調查名錄..	47
表十五、表十五、111 年 11 月至 112 年 10 月光華、武道-能敢道路樣區蛙類調查成體隻次.....	48
表十六、111 年 11 月至 112 年 10 月光華、武道-能敢道路樣區蛙類調查鳴叫等級.....	49
表十七、表十七、111 年 9 月至 112 年 10 月北橫公路巴陵-明池段非原生族群蛇類胃內含物解剖.....	50
表十八、112 年 5 至 10 月北橫公路巴陵-明池段樣區每日車流量計算.....	51
表十九、本計畫與陳韋翰 2010 年文獻蛇類物種相似度比較.....	52
表二十、本計畫與陳韋翰 2010 年文獻蛇類物種相似度比較.....	53
表二十一、本計畫與陳韋翰 2010 年文獻蜥蜴物種相似度比較.....	53
表二十二、本計畫與陳韋翰 2010 年文獻蛙類物種相似度比較.....	53
表二十三、金絲蛇發現紀錄.....	54

## 圖目錄

圖一、導板與蝦籠複合之集井式陷阱示意圖.....	55
圖二、金絲蛇點位及週遭植群.....	56
圖三、北橫公路巴陵-明池段樣區陷阱分布區域.....	57
圖四、111年7至9月北橫公路巴陵-明池段蛇類路殺隻次紀錄.....	58
圖五、金絲蛇路殺個體照片.....	59
圖六、圖六、金絲蛇路殺個體解剖.....	60
圖七、金絲蛇蛋殼標本之掃描式電子顯微鏡影像.....	61
圖八、金絲蛇體內寄生蟲之照片.....	61
圖九、自動相機設置相關照片.....	62
圖十、111年7月至112年6月北橫公路巴陵-明池段非原生族群蛇類隻次.....	63
圖十一、北橫公路巴陵-明池段非原生族群臭青公體內之寄生蟲.....	63
圖十二、吻端明顯磨傷之放生個體臭青公獵食印度蜓蜥.....	64
圖十三、111年7-10月北橫公路巴陵-明池段蛇類路殺與防路殺導板措施相對位置.....	65
圖十四、111年9月、112年3至10月陷阱捕獲物種照片.....	66-67
圖十五、111年7月導板式蝦籠陷阱樣點現勘照片.....	68-69
圖十六、導板式蝦籠陷阱架設照片.....	70
圖十七、光華道路及武道能敢道路之樣區選擇.....	71
圖十八、毀損之防路殺導板及可能成為生態陷阱之竹筒.....	72

## 壹、前言

金絲蛇(*Hebius miyajimae*)(Maki, 1931)為臺灣特有種小型無毒蛇類，1923年由宮島龍華首次採集，高橋精一1930年於日本蛇類大觀即將其中文名稱明訂為金絲蛇，且有其形態及生態描述，但學名卻誤植為斯文豪氏遊蛇(*Rhabdophis swinhonis*)之學名；1931年牧茂市郎於A Monograph of the Snakes of Japan一書中才將其正式發表為新種。棲息於潮濕森林底層以小型無脊椎動物、小型兩生爬行類為食(杜銘章，2004)。其受威脅程度於國際自然保護聯盟(International Union for Conservation of Nature, IUCN)紅皮書(Red List Categories and Criteria)列為易危物種(Vulnerable, VU)、民國108年1月9日行政院農業委員會公布之野生動物保育類名錄屬第一級瀕臨絕種保育類野生動物、2017臺灣陸域爬行類紅皮書名錄列為瀕危(Endangered)物種(陳元龍等，2017)。

金絲蛇在宜蘭地區可被歸類為山地下層-山地帶群蛇類物種(毛俊傑等，2012)，其歷史分布點位大多位於南投縣溪頭以北的山區森林環境。金絲蛇曾紀錄於桃園北橫公路巴陵至明池一帶與拉拉山地區、陽明山國家公園地區(呂光洋，1987)、棲蘭山林區(李玲玲，2000)、南投溪頭(杜銘章，2004)、宜蘭太平山、宜蘭四季林道、新竹司馬庫斯、新竹鎮西堡、新竹大鹿林道，2022年金絲蛇保育行動計畫亦有記錄金絲蛇曾記錄於南投惠蓀林場、桃園龜山、臺北石碇、三芝、三峽滿月圓、新竹五峰等地。但目前全臺族群分布及現況不明。近年有關金絲蛇的調查如下，宜蘭的蛇類相及其海拔梯度多樣性研究(毛俊傑等，2012)有採獲少量個體、金絲蛇溫度生理研究及保育策略研擬計畫捕獲兩隻個體(黃淑萍，2019)、惠蓀國家森林遊樂區兩棲爬蟲類初步資源調查研究(翁聖巖、陳相伶，2020)曾針對金絲蛇進行調查但沒有捕獲。

金絲蛇之底棲習性及族群密度低的特性，使其難以調查及研究。金絲蛇的基礎生物學資訊如性別比、長度重量、生殖特性及時間、出沒環境特徵等僅有零星個案紀錄，均未有較為詳盡的資料。不清楚其生態特性且無其他資料可參考的情況下難以針對其可能的威脅進行經營管理。金絲蛇全臺分布狀況不明、且基礎生物學資料缺乏，以致其保育行動難以規劃及執行，因此選擇現有紀錄中族群最為穩定之區域研究可能對族群造成威脅的因子，並嘗試進行威脅排除及蒐集基礎生物學等相關基本資料或為首要工作(黃淑萍，2019)，並以該地區研究之結果作為依據，進行後續全臺族群保育策略擬定。

北橫公路沿線應是臺灣金絲蛇數量最多最穩定的地方之一(游崇瑋、汪仁傑，2007)，北橫公路的金絲蛇族群目前的人為威脅可能有非法採集、路殺、遭放生的境內外來種食蛇性蛇類等。北橫公路沿線兩棲爬蟲類資源初探(游崇瑋、汪仁傑，2007)提及特定季節常有金絲蛇幼蛇及帶卵母蛇遭到路殺；在1996年7

月在海拔 720 公尺的北部橫貫公路桃園四稜段發現帶有完整發育卵的金絲蛇母蛇路殺個體紀錄(Mao and Norval, 2005)，加上臺灣動物路死觀察網的紀錄，路殺應是北橫金絲蛇族群主要威脅之一。

北橫公路偶有帶有放生蛇特徵(大量出現、吻端磨傷、瘦弱、身體有大量傷痕等特徵)之非原生族群蛇類出現，其中食蛇性蛇類有臭青公(*Elaphe carinata yonaguniensis*)及中華眼鏡蛇(*Naja atra*)、雨傘節(*Bungarus multicinctus multicinctus*)，雨傘節及中華眼鏡蛇在臺灣的海拔分布大多位於海拔 500 公尺以下，且很少在海拔 500-1000 公尺出現(杜銘章，2004; 呂光洋等，2002)，因此出現在北橫公路巴陵-明池段的雨傘節及中華眼鏡蛇難以被認定為自然出現的個體，其中也有包含臭青公在內的其他蛇類有遭放生到不適合海拔區域的狀況(毛俊傑等，2012; Mao et al., 2010)。臭青公、雨傘節及中華眼鏡蛇均會取食體型較小的蛇類，在北橫公路地區的雨傘節更是有採食白梅花蛇(*Lycodon ruhstrati ruhstrati*)及史丹吉氏斜鱗蛇(*Pseudoxendon stejnegeri stejnegeri*)的紀錄(Mao et al., 2010)，代表此地區原生蛇類確實受到不當放生的非原生族群食蛇性蛇類威脅，但非原生族群食蛇性蛇類對北橫公路金絲蛇族群的威脅程度尚且不明。

本計畫主要工作對北橫公路沿線地區金絲蛇族群的路殺及境內外來種食蛇性蛇類等人為威脅進行資訊收集及釐清並提出改善建議，同時進行該地區金絲蛇的基礎生物學資料收集，以利後續金絲蛇保育行動計畫參考及應用。

## 貳、計畫目標暨工作項目

### 一、計畫目標

北部橫貫公路地區金絲蛇族群為目前已知較為穩定之族群，本計畫透過研究北部橫貫公路地區金絲蛇族群之生態習性、累積金絲蛇基礎生物學資料，以利將來應用於保育策略及保育評估。同時仍須了解北部橫貫公路地區金絲蛇族群所面臨之風險及困境，進而作為提出保育策略建議之依據。透過本計畫完成以下目標：

- (一) 建立瀕危物種保育工作平台，進行路殺及路面活體出沒調查，確認北部橫貫公路沿線地區金絲蛇族群之路殺高峰時間及地點。
- (二) 調查北橫公路巴陵-明池段非原生族群食蛇性蛇類之食性，釐清食蛇性蛇類獵食金絲蛇之狀況。
- (三) 進行北橫沿線區域金絲蛇之個體辨識、族群現況及基礎生物學調查。
- (四) 調查北橫公路沿線區域金絲蛇之潛在食物資源。
- (五) 金絲蛇研究調查及保育相關國內外參考文獻至少 10 篇，並綜整以上調查成果，提出北部橫貫公路沿線區域金絲蛇族群威脅相關改善建議。

### 二、計畫調查範圍

北部橫貫公路沿線，巴陵至明池段為主(起點：24.678726, 121.387520，終點：24.653034, 121.470055)，海拔約 800 至 1200 公尺(111 年 7 至 9 月、112 年 1 至 10 月)。因北橫主線樣區於 111 年 9 月崩塌，導致調查樣區及方式有所變更，111 年 11 月後新增光華-武道能敢樣區(光華道路起點：24.671081, 121.366582，終點：24.645278, 121.398449；武道能敢道路起點：24.671081, 121.366582，終點：24.691430, 121.326739)。光華道路海拔約 600 至 1000 公尺，武道能敢道路海拔約 600 至 1400 公尺。

### 三、重要工作項目及內容

#### 計畫進行時間軸

本計畫執行期間為 111 年 7 月至 112 年 10 月。因北橫公路主線樣區於 111 年 9 月崩塌，導致調查樣區及方式有所變更，分為前中後期工作項目如下述。

前期(111 年 7 月至 111 年 10 月)：建立保育工作平台、北橫主線路面活體及路殺調查、非北橫巴陵至明池段原生族群食蛇性蛇類食性調查、金絲蛇族群現況及基礎生物學調查、金絲蛇食物及潛在掠食者調查、文獻收集及提出改善建議

中期(111 年 11 月至 111 年 12 月)：新增光華-武道能敢道路樣區路面活體及路殺前期調查、光華-武道能敢道路樣區食物資源(蛙類)前期調查。

後期(112 年 1 月至 112 年 10 月)：新增光華-武道能敢道路樣區路面活體及路殺調查、光華-武道能敢道路樣區食物資源(蛙類)調查、金絲蛇寄生蟲調查、金絲蛇卵殼分析、北橫主線車流量調查。

#### (一) 建立保育工作平台、路殺及路面活體出沒調查：

建立保育工作平台：

視狀況需要每 1-2 個月聯繫專家學者召開會議，檢討並滾動修正計畫進行之方式。

北橫公路巴陵-明池段路殺及路面活體出沒調查：

計畫執行期間以目視觀察法透過低速來回巡視確認路面上及道路邊的金絲蛇活體及路殺個體，並記錄位置資訊、時間資訊、周遭環境資訊。

光華-武道能敢道路樣區路面活體及路殺調查(111 年 11 月後新增)：

路殺及路面活體出沒調查：計畫執行期間以目視觀察法透過低速來回巡視確認路面上及道路邊的金絲蛇活體及路殺個體，並記錄位置資訊、時間資訊、周遭環境資訊。

文獻蒐集及提出改善建議：

收集金絲蛇研究調查及保育相關國內外參考文獻至少 10 篇，並整合計畫成果，提出適合北部橫貫公路地區金絲蛇族群之保育行動建議。

#### (二) 金絲蛇族群現況及基礎生物學調查：

以陷阱捕捉金絲蛇進行個體辨識標記，記錄其性別、吻肛長、重量、生殖狀態等資訊，至少初期應調查 10 個以上的樣點。

金絲蛇卵殼分析(111年11月後新增)：

分析卵殼將來可與其他樣本比對推估生殖時間等資訊。

金絲蛇體內寄生蟲檢視(111年11月後新增)：

了解北橫公路巴陵-明池段金絲蛇族群寄生蟲感染狀況，建立資料以利未來比對參考。

(三) 金絲蛇食物及潛在掠食者調查：

北橫公路巴陵-明池段金絲蛇食物調查：

於適合金絲蛇棲息之潛在棲地設立樣點。金絲蛇食性主要仍以蛙類及蝌蚪為主，本研究計畫選定金絲蛇路殺及活體出沒紀錄位置進行蛙類調查。

北橫公路巴陵-明池段金絲蛇潛在掠食者調查：

於適合金絲蛇棲息之潛在棲地設立樣點，放置自動相機，確認潛在掠食者之數量及豐富程度。本研究計畫選定金絲蛇路殺及活體出沒紀錄位置進行掠食者調查。

光華-武道能敢道路樣區蛙類調查(111年11月後新增)：

金絲蛇食性主要仍以蛙類及蝌蚪為主，本研究計畫選定金絲蛇路殺及活體出沒紀錄位置進行蛙類調查。

北橫公路巴陵-明池段非原生族群食蛇性蛇類食性調查：

針對北橫沿線區域境內外來種食蛇性蛇類進行路殺屍體解剖及確認活體之胃內含物是否含有金絲蛇。

(四) 北橫公路巴陵-明池段車流量調查(111年11月後新增)：

對車流量進行數據化，釐清北橫公路車流量高峰時段與金絲蛇出沒季節是否吻合。

## 參、 執行情序

### 一、 建立保育工作平台、路殺及路面活體出沒調查

#### 建立保育工作平台：

即建立一討論制度，計畫執行期間主要針對調查及採樣初步結果，邀請野生動物族群生態學及兩棲爬蟲學專家學者進行不定期諮詢，對計畫工作方式進行微調。計畫結束後仍可依循此模式對金絲蛇保育工作相關事件進行較為有效的討論及反應。

#### 北橫公路巴陵-明池段路殺及路面活體出沒調查：

金絲蛇為晨昏型活動的小型蛇類，配合其活動習性選定早上十點前及下午三點後進行調查，以目視遇測法(Visual Encounter Method)為主，於北部橫貫公路巴陵至明池段行進(起點：24.678726, 121.387520；終點：24.653034, 121.470055)，觀察路面與樹林邊緣之金絲蛇。由於其體型較小且喜愛藏匿於落葉堆中不易察覺，且徒步及腳踏車較汽車對於路殺有更高的偵測率(Langen et al., 2007; Gerow et al., 2010; Teixeira et al., 2013; Santos et al., 2016; Baxter-Gilbert et al., 2018)，故透過徒步、腳踏車等低速方式來回巡視確認路面上及道路邊的金絲蛇活體及路殺個體，並詳細記錄其出現時間、地點、周遭環境。除天候及其他不可抗力因素，蛇類活動高峰月份 3-10 月每日執行調查 2 次，11 至 2 月則一週調查 2 至 3 次。執行路徑總長度共約 20 公里，每次來回在 2 至 3 小時內完成。

北橫公路巴陵-明池段樣區收集自 111 年 7 月 7 日至 111 年 9 月 30 日間(管制前)、112 年 1 月至 10 月 15 日(管制開放後)每日路面調查之蛇類及蛇蜥活體及路殺資料。本團隊原先自 111 年 7 月 7 日執行北橫主線路面出沒活體調查及路殺調查至 111 年 9 月 30 日，後因坍塌後管制，導致主線調查中斷。直至 112 年 1 月北橫主線恢復每日兩班通行、夜間管制後，重新啟動路面出沒活體調查及路殺調查。雖開放日間通行，但夜間管制持續仍無法調查夜間出沒之蛇類，因此 112 年含夜間資料，為其他人員協助記錄及調查員在主線過夜所收集。

#### 光華-武道能敢樣區路面活體及路殺調查：

本研究團隊於 111 年 11 月 14 日諮詢會議取得專家及林務局同意變更樣區至光華道路及武道-能敢道路進行調查，為了至少蛇類調查資料不中斷，先於 10 月進行該樣區之蛇類路面調查。

## 文獻收集及提出改善建議：

收集金絲蛇研究調查及保育相關國內外參考文獻至少 10 篇，並根據以上項目之結果為依據，對於北部橫貫公路地區金絲蛇路殺狀況改善、受境內外來種食蛇性蛇類威脅、其他可以進行預防及經營管理措施進行建議。

## 二、 金絲蛇族群現況及基礎生物學調查

### 導版式蝦籠陷阱調查

#### (一) 樣區選擇：

透過 QGIS 分析過去 2018-2021 年行政院農業部生物多樣性研究所路殺社所收集之路殺個體、活體出沒之點位，以估計直徑 500 公尺為活動範圍，劃定金絲蛇較有可能出沒之區域。金絲蛇偏好利用樹冠鬱閉度高、林下草本植物覆蓋度低之天然林環境(陳韋翰, 2010)，自上述劃定之區域內選擇符合金絲蛇偏好棲地同時地形也適合擺放陷阱之區域進行陷阱設置。由於金絲蛇具有族群密度低的物種特性，設置陷阱後若有持續捕獲則挑選捕獲金絲蛇較多的區域，進行高密度的陷阱設置提高捕獲機率。

#### (二) 調查方法：

利用兩生爬行類動物行進中接觸到障礙物會沿著障礙物邊緣移動之習性，選用能夠引導爬行類進入陷阱之設計，即導板與蝦籠複合之集井式陷阱 (McDiarmid et al., 2012)(圖一)。蝦籠部分用潮濕覆蓋物遮蔽，避免動物因陽光直曬而死亡(陳韋翰, 2010)。視地形狀況每樣點至少放置 3-5 組陷阱。每日檢查陷阱，逢天候或路況極端異常時關閉或回收陷阱。

首先以先前路殺資料為依據所畫設之區域尋找適合施放陷阱之樣點，並陸續依照路面調查發現之金絲蛇活體及路殺點位新增樣點，點位及道路周圍半徑 1km 內之植群疊圖如圖二，前述金絲蛇偏好利用樹冠鬱閉度高、林下草本植物覆蓋度低之天然林環境(陳韋翰, 2010)，搭配植群圖選定可能適合金絲蛇棲息及陷阱施作之區域進行陷阱放置。目前以四稜工作站為分界，前段設置 5 樣點；後段設置 6 樣點，共設置 11 個樣點施放陷阱。配合保育類申請行政程序及流程，故自 111 年 9 月 1 日起，才得以開始進行相關調查及操作。

111 年 8 月後金絲蛇及其他許多蛇類進入活動淡季，111 年 9 月至 10 月北橫地區陰雨不斷，影響捕獲情況。又由於北橫巴陵-明池段地質不穩定，研究團隊以研究人員安全為優先，預報連續降雨之前都會關閉陷阱，避免捕獲物種死於陷阱內或研究人員冒雨工作發生意外。

112 年 1 月，北橫主線恢復每日放行兩班、夜間管制之通行規則。本團隊於災後管制放寬後立即進入北橫主線樣區，盤點陷阱樣區及留在裡面的陷阱零件狀態，發現有 1 樣區地形改變不宜繼續施放陷阱，且部分陷阱遭到落石及動物破壞毀損。因以上原因將陷阱全數回收盤點並進行修繕。本研究團隊以 111

年設立之樣點為基礎，陸續更改樣點及陷阱組數，設有英文字母 A-J 為代表，共 10 個陷阱樣點，共有 20 組陷阱。樣點位置如圖三，為避免陷阱位置流出而遭破壞，呈現方式以道路為圓心，所涵蓋之半徑 500 公尺範圍。每個樣點有不同陷阱組數，隨陷阱捕獲狀況而做修正調整。

### (三) 個體資訊收集：

所捕獲之蛇類及蛇蜥個體，進行吻肛長、體重等基本外部形值測量；使用探針法及擠壓法確定性別；使使用觸診法及配合獸醫之 X 光機確認母蛇之生殖狀態。若捕獲之個體有明顯進食，則視情況使用擠壓法確認胃內含物種類。對捕獲之成年個體施打晶片，並以晶片掃描的方式確認是否為再捕獲之個體，以此推估族群狀態。所有個體被捕獲時詳細記錄捕獲時間、地點、天候、森林型態等相關環境資訊，同時亦紀錄所有捕獲之物種進行建檔。

### 路殺個體解剖

路殺個體進行解剖，收集生殖狀態、腸胃內含物等相關生物學資訊。

### 金絲蛇卵殼分析：

使用 Hitachi 之低真空電子顯微鏡，將樣本剪成適當之大小，確認尺寸高度無誤後即可放入載台進行掃描。此類機型採用低真空泵，絕緣樣品無需進行脫水鍍金等前處理就能觀測。掃描後將樣本照片留存供日後比對。

### 金絲蛇體內寄生蟲檢視：

型態測量程序後，首先會先檢查金絲蛇體表有無殘留的外寄生蟲、從開放傷口掉出的內寄生蟲，或是體表有無明顯異常凸起，若有凸起則會將其切開檢查是否有皮下寄生蟲。由腹面縱向剖開蛇體，檢查體腔以及各器官表面是否有或是疑似寄生蟲的樣本並取出(通常為白色點狀)。檢查完體腔以及各器官表面後會將各器官移出，同樣剖開後翻找檢查內部是否有發現寄生蟲，並重點檢查肺部及消化道等內較常發現寄生蟲的部位。取出的寄生蟲及疑似樣本會移至光學顯微鏡下進行確認、分類以及型態鑑定後，保存於 75%酒精溶液中(籃浩維，2022)。

感染強度(intensity)意為單一宿主個體感染多少隻寄生蟲，平均感染強度計算方式為「寄生蟲個體數量除以有感染寄生蟲的宿主個體數量」。寄生蟲豐度(abundance)計算方式為「寄生蟲個體數量除以所有檢查的宿主個體數量」，其數值會等於感染率乘以平均感染強度，用以表示寄生蟲在宿主族群中的整體感染狀況(Bush et al., 1997)。

## 三、 金絲蛇食物及潛在掠食者調查

#### **北橫公路巴陵-明池段金絲蛇食物資源調查：**

金絲蛇以小型無脊椎及小型兩生爬行類動物為食(杜銘章，2004)，且有獵食臺灣蜓蜥(*Sphenomorphus taiwanensis*)之紀錄(毛俊傑，私人通訊)，故食物資源調查根據第三點選定之適合金絲蛇出沒區域，以小型兩生爬行類動物為目標。於陷阱施放區域進行蛙類鳴叫調查，以定點聆聽蛙鳴及穿越線目視調查法記錄所見蛙種。鳴叫聲相對數量依據北美兩生類監測計畫(North American Amphibian Monitoring Program)量表估算(USGS, 2020)，標準如表一。同時搜尋附近水體並撈取蝌蚪辨識種類及估計數量，以調查金絲蛇可能之食物；放置自動照相機(型號 Browning Patriot FHD)調查當地潛在掠食者出沒及活動狀況，透過此調查結果結合第三點所述之金絲蛇捕獲結果，推測金絲蛇對棲地的利用是否與食物資源多寡、掠食者出沒頻率有所相關。每週至少檢查陷阱 2-3 次、自動相機陷阱 1 次。

由於 111 年 9 月開始進行夜間管制，故蛙類調查資料僅到 111 年 8 月底(表十一)。111 年度開始調查已經進入蛙類淡季，秋季繁殖之梭德氏赤蛙又恰逢連日降雨及地質不穩定而進行夜間管制，因此沒有調查到。112 年由於道路安全問題，北橫公路主線仍然進行夜間管制，直至 10 月仍然持續夜間封閉，無法自由進出調查。

#### **北橫公路巴陵-明池段金絲蛇潛在掠食者資源調查：**

本研究計畫拍攝掠食者之自動相機陷阱與導板陷阱同時於 9 月啟動，每週檢查記憶卡。除自動相機外，進行其他調查項目同時亦記錄在樣線中目擊的可能是金絲蛇天敵之物種。僅收集 111 年 9 月至 10 月初之資料，隨後就因嚴重坍方而封路至 111 年 12 月底。112 年 1 月回收相機發現部分相機毀損，需要重新修繕及調整。

#### **光華-武道能敢樣區蛙類調查：**

本研究團隊於 111 年 11 月 14 日諮詢會議取得專家及林務局同意變更樣區至光華道路及武道-能敢道路進行調查，，規劃蛙調樣區完畢後於 111 年 11 月開始進行蛙類調查。雖光華及武道能敢道路確定有金絲蛇活動，但本樣區幾乎沒有金絲蛇的歷史點位，故選擇以蛙類常出現之環境作為調查點位。

#### **北橫公路巴陵-明池段非原生族群食蛇性蛇類食性調查：**

北橫公路巴陵至明池段沿線近年常發現臭青公、中華眼鏡蛇、兩傘節等具有食蛇性蛇類的放生個體(具大量出現、吻端磨傷、瘦弱、身體有大量傷痕等特徵)，北橫公路巴陵至明池段沿線蛇類物種多樣性高且有目前全臺已知最穩定之金絲蛇族群(游崇璋、汪仁傑，2007)，卻並未針對非原生族群食蛇性蛇類對當地包含金絲蛇在內之稀有蛇類的影響進行研究。

此三種蛇類的食性調查，本研究對路殺個體將採用消化道解剖法，盡快固

定消化道並取出腸胃內含物，避免腸胃內含物持續被消化液所影響導致無法判別；對存活個體將捕捉留置並直接移除不再放回(後若有需要進行相關研究之單位在林務局許可的前提下移交，或由團隊獸醫執行安樂死)，並採用催吐法調查其胃內含物，若有吐出胃內含物則立即進行測量及保存。測量胃內含物之長度、重量(以紙巾吸乾後精準至 0.1g)，以 75%酒精固定製成標本。進行食性分析，以盡量鑑定到種為原則，至少鑑定到目。

#### 四、 北橫公路巴陵-明池段車流量調查：

於四稜工作站附近架設兩台自動照相機(架設兩台為防止其中一台故障)，相機拍攝設定為延遲 1 秒，4 連拍，以車牌辨識車輛，用人工逐一檢視方式檢查照片並計算每日車流量。

## 肆、 結果

本研究兩位長期駐點人員於 111 年 7 月 7 日進駐現場，開始執行計畫工作。111 年 9 月共有 21 天降雨，降雨天數過多導致難以進行調查及啟用陷阱。又地質脆弱、土壤含水量高，經過連日大於而造成崩塌，路斷後進行通過時段管制(一日兩班放行)及夜間管制。10 月初崩塌加劇，完全封路不得進入至 12 月重啟一日兩班放行及夜間管制。經與委託單位林務局(現林業保育署)及專家學者開會商議後，在北橫主要路段復駛之前(111 年 10 至 12 月)先將樣區及調查工作轉移至也曾有金絲蛇紀錄的產業道路，分別為光華道路及武道能敢道路。

112 年北橫主要道路恢復管制通行後，經計畫變更正式新增光華-武道能敢道路樣區路面活體及路殺調查、光華-武道能敢道路樣區食物資源(蛙類)調查、金絲蛇寄生蟲調查、金絲蛇卵殼分析、北橫主線車流量調查等工項。北橫公路之調查工作於 111 年 10 月至 111 年 12 月因天災暫停執行，於 112 年 1 月恢復執行。各項工作結果如下。

### 一、 建立保育工作平台、路殺及路面活體出沒調查

#### 建立保育工作平台：

已於 111 年 11 月 14 日下午進行第一次專家會議，並邀請到國立宜蘭大學毛俊傑助理教授及臺北市立動物園陳賜隆研究員作為專家出席會議，會議記錄及簽到表如附件。本研究團隊依照專家及長官建議，進行以下工作：

1. 本團隊目前與公路總局第一養護工程處持續聯繫，確認崩塌並無影響主要樣區，待工區安全允許通過即進入樣區檢查實際狀況。
2. 持續蒐集北橫沿線路殺熱點、交通重點時段、周遭環境及人工構造物等資訊，並與現有路殺防治措施點位進行套疊分析，提出具體路殺防治改善建議報告。
3. 111 年因天災導致北橫道路封閉，原規劃調查樣區無法通行，本研究團隊已規劃調查北橫周邊光華及武道能敢道路，經與會專家評估亦屬歷史分布熱區，取得林務局同意調整調查樣區。

#### 北橫巴陵—明池段路殺及路面活體出沒調查：

比較 111 年及 112 年的 7 至 9 月，調查到的蛇隻數量有巨大差距，112 年夜間仍處於管制狀態，無法自由通行。顯示北橫公路主線蛇類多樣性雖高，但多數種類喜好於夜間或晨昏出沒。

路面調查之物種名錄如表二，包含活體及路殺共發現蛇類 10 科 28 種、蛇

蜥 1 科 1 種(未列入表內)，共調查到 289 隻蛇類。調查到的路殺蛇類 26 種、蛇蜥 1 種，共 110 隻個體。路殺個體佔總發現隻數約 38%，北橫公路蛇類路殺問題仍非常嚴重。另外，夜間管制實施後路殺蛇類的狀況大幅改善，管制前約 3 個月的時間發現 93 隻路殺個體，管制實施後 10 個月僅發現 17 隻路殺個體(表三)。重點調查物種金絲蛇共發現 10 隻路殺個體(含 2 隻民眾通報未採集，及 1 隻樣區外民眾通報未採集)及 4 隻活體，共 14 隻個體。111 年 7 至 9 月金絲蛇路殺個體佔所有路殺個體約 9.5%，且特別集中於 7 月(圖四)。111 年 7 月發現之蛇類路殺共 44 隻，蛇蜥 1 隻，其中金絲蛇遭路殺個體有 7 隻，佔發現之路殺蛇類約 15.9%(表四)。本研究調查結果顯示，金絲蛇偏好於清晨黃昏時刻出沒，是遭路殺的高峰時段。本計畫發現金絲蛇、梭德氏遊蛇(*Hebius sauteri*)、赤腹松柏根(*Oligodon ornatus*)等有帶卵個體遭路殺。本團隊 111 年 7 月至 8 月初所採集 3 隻活體因配合保育類利用申請之期程，無法進行植入晶片之操作，且金絲蛇不宜長久留置，考量可能造成折損，故僅測量基本型質後野放；112 年 8 月採獲個體已植入晶片並野放(晶片號碼：990002000127185)。

#### 光華、武道-能敢道路樣區路面活體及路殺調查：

111 年 11 月至 112 年 10 月蛇類路面調查名錄如表五，結果如表六，秋冬後赤尾青竹絲進入繁殖季因此調查到的數量也比較多，11 月後也開始調查到喜歡在涼爽氣溫出現的瑪家山龜殼花。金絲蛇僅 111 年 10 月初在明池山莊門口紀錄一筆路殺(民眾通報)，之後就沒有調查到任何活動個體及路殺個體。112 年 1 月至 3 月蛇種較少，2 月仍有調查到瑪家山龜殼花，顯示氣溫仍然偏向涼爽。4、5、6 月開始有較多蛇種出沒，代表多數蛇類的活動季節開始，有調查到梭德氏遊蛇及斯文豪氏遊蛇，與金絲蛇同樣為喜好天然林的底棲蛇類。

#### 文獻收集：

本計畫包含搜尋金絲蛇研究調查及保育相關國內外參考文獻至少 10 篇，以結果來看，北橫公路巴陵-明池段目前最顯而易見，且最有可能立即進行改善措施的威脅即是金絲蛇的路殺問題。因此本次優先選擇路殺改善相關之文獻進行閱讀整理及條列，期望能在改善北橫公路巴陵-明池段金絲蛇路殺狀況的討論上能有所助益。10 篇文獻列舉如下：

- Baxter-Gilbert, J.H., Riley, J.L., Lesbarreres, D., and Litzgus, J.D. 2015. Mitigating reptile road mortality: fence failures compromise ecopassage effectiveness. *Plos One*. 2015:10(3).
- Bansal, U. 2020. A study of reptile road mortalities on an inter-state highway in the Western Ghats, India and suggestion of suitable mitigation measures. *Captive and Field Herpetology*. 4: 15–30.
- Gunson, K., Seburn, D., Kintsch, J., and Crowley, J. 2016. Best management practices

- for mitigating the effects of roads on amphibian and reptile species at risk in Ontario, Ontario Ministry of Natural Resources and Forestry, Queen's Printer for Ontario. 112pp.
- Helldin, J.O., Petrovan, S.O. 2019. Effectiveness of small road tunnels and fences in reducing amphibian roadkill and barrier effects at retrofitted roads in Sweden. *PeerJ*, 7:e7518.
- Jochimsen DM, Peterson CR, Andrews KM, Gibbons JW, Drawer E. 2004. A literature review of the effects of roads on amphibians and reptiles and the measures used to minimize those effects. Washington (DC): Idaho Fish and Game Department, U.S. Department of Agriculture Forest Service.
- Markle, C., Gillingwater, S., Levick, R. and Chow-Fraser, P. 2017. The true cost of partial fencing: evaluating strategies to reduce reptile road mortality. *Wildlife Society Bulletin*. 41(2):342–350.
- Puky, M., J. Farkas, and M. T. Ronkay. 2007. Use of existing mitigation measures by amphibians, reptiles, and small to medium-size mammals in Hungary: Crossing structures can function as multiple species-oriented measures. In *Proceedings of the 2007 international conference on ecology and transportation*, ed. C. L. Irwin, D. Nelson, and K. P. McDermott. Raleigh: Center for Transportation and the Environment, North Carolina State University. 521–530.
- Read, K.D., and Thompson, B. 2021. Retrofit ecopassages effectively reduce freshwater turtle road mortality in the Lake Simcoe Watershed. *Conservation Science and Practice*. 3(9):491.
- Seburn, D.C., and McCurdy-Adams, H. 2019. Do turtle warning signs reduce roadkill? *Canadian Field-Naturalist*. 133:216–220.
- van der Ree, R., Smith, D.J., and Grilo, C. 2015. *Handbook of Road Ecology*. John Wiley and Sons, West Sussex, UK.
- Zhang, W., Shu, G., Li, Y., Xiong, S., Liang, C., and Li, C. 2018. Daytime driving decreases amphibian roadkill. *PeerJ*, 6:e5385.

為閱讀順暢本報告將改善建議工項設為大標題列於討論之後。

## 二、 金絲蛇族群現況及基礎生物學調查

### (1) 導板式蝦籠陷阱調查

本團隊於 112 年 3 月重新開啟陷阱調查，並將最初設置陷阱增加至 15 組，後選擇有捕捉到蛇類的樣點增加陷阱，於 112 年 5 月增加至共 20 組，陷阱更動狀況如表七。陷阱調查名錄如表八，成果如表九。112 年 3 月 I 樣點陷阱捕捉到臺灣標蛇，此樣點為靠近明池端的人工林，屬於對照組。112 年 4 月開始較頻繁捕獲蛇類，D 樣點捕捉到泰雅鈍頭蛇，E 樣點捕捉到白腹游蛇及紅竹蛇。112 年 5 月開始將上述有捕捉到蛇類的樣點進行陷阱追加。多數蛇類物種集中於 6-9 月被捕獲，結合路面調查結果，可以基本推斷 6-9 月為北橫公路地區蛇類活動旺季，此為進行經營管理措施的重要時段。

B、C、D 樣點捕獲較多森林底層物種，如黑頭蛇、哈特氏蛇蜥、高砂蛇等物種。捕捉到森林底層物種具有一定程度的指標性，哈特氏蛇蜥、黑頭蛇與金絲蛇屬於天然林底層的共棲物種，且同樣數量稀少難以調查，但本年度於 B、C、D 樣點共捕獲 5 隻哈特氏蛇蜥、3 隻黑頭蛇，因此推測 B、C、D 樣點可能捕捉到金絲蛇的機率預期會較高。雖 I 樣點有捕獲鐵線蛇，但 I 區為人造林對照組，並非金絲蛇偏好之環境。本團隊於 112/8/23 日於 D 樣點陷阱旁採獲金絲蛇雄性成體一隻(晶片號碼：990002000127185)顯示 B、C、D 樣點可能作為金絲蛇監測樣點。

### (2) 路殺個體解剖

本研究計畫採集金絲蛇 4 隻活體及 7 隻路殺個體共 11 隻(不含 3 隻路人通報路殺個體)，路殺個體照片如圖五。所有路殺個體均已進行解剖(圖六)，6 隻路殺個體為雌性個體，其中 1 隻個體懷卵(7 月採集)、2 隻為脂肪充足的健康狀態、1 隻雄性，其餘 3 隻個體之體腔內幾乎沒有脂肪。蛇類脂肪不足的狀況有很多可能性，代表個體營養狀況不佳，如體內寄生蟲過多、腸胃問題、食物資源不足等可能性，時間點在產卵季也可能是剛生產完。但路殺個體內臟破碎，無法透過內臟萎縮狀況輔助確認是否為生殖投資之能量損耗。另外有採集腸道內容物，希望能透過遺傳方法確定獵物為何種物種、所佔比例，作為將來進行後續經營管理策略之依據。

### (3) 金絲蛇卵殼檢視

帶卵路殺個體(標本號 20220711001)之卵殼經風乾處理，後進行掃描電子顯微鏡(圖七)，後續可找尋過去收集之其他金絲蛇卵殼樣本進行比對，透過比對卵殼發育階段可以簡單推算金絲蛇交配及產卵時間，但本計畫執行期間並未獲得其他卵殼樣本。

#### (4) 金絲蛇體內寄生蟲鑑定

金絲蛇體內寄生蟲調查結果如表十、圖八，7 隻檢查的金絲蛇中，4 隻個體有受到寄生蟲感染(57.1%)，共發現三類不同的寄生蟲：蛇蛔蟲 *Ophidascaris sp.*(28.6%)、棘頭蟲 *Pseudoacanthocephalus sp.* (14.3%)以及一類棘頭蟲囊蚴 (larval cysts) (28.6%)。感染強度皆不高(1-2)，其中僅有 *Pseudoacanthocephalus sp.*被發現以成蟲階段寄生於金絲蛇腸胃道內，*Ophidascaris sp.*及棘頭蟲囊蚴則在體腔內發現。棘頭蟲囊蚴由於體內器官大多未發育成熟，難以以型態檢索辨識，尚未之其分類。棘頭蟲成蟲 *Pseudoacanthocephalus sp.*的兩個樣本皆是雄性成蟲，以現有檢索表(Amin et al., 2008)比對後與現有物種皆不符，可能為尚未被描述的物種。*Ophidascaris* 屬為世界廣布的蛇類寄生蟲，在臺灣也曾發現寄生於多種不同的蛇種體內(鄭雅芬等，2016；賴政宏等，2004)，成蟲寄生於蛇類宿主的消化道內。此次蒐集到的兩個蛇蛔蟲樣本皆是發現於體腔的幼蟲，則可能是由於蛇蛔蟲為體型相對較大的寄生蟲(成蟲可達 5cm 以上)，而金絲蛇為較小型的蛇類宿主，不足以支持蛇蛔蟲發育為體型更大的成蟲。

### 三、 金絲蛇食物及潛在掠食者資源調查

#### (1) 北橫公路巴陵-明池段金絲蛇食物調查

由於金絲蛇食性主要仍以蛙類及蝌蚪為主，本研究計畫選定金絲蛇路殺及活體出沒紀錄位置(如圖三之點位)，進行蛙類調查，以定點聆聽蛙鳴及穿越線目視調查法記錄所見蛙種。鳴叫聲相對數量依據北美兩生類監測計畫(North American Amphibian Monitoring Program)量表估算(USGS, 2020)。北橫公路巴陵-明池段金絲蛇食物調查結果如表十一，艾氏樹蛙(*Kurixalus eiffingeri*)涵蓋了最多樣區(11 樣點中的 7 樣點)，面天樹蛙次之(11 樣點中的 6 樣點)，但以單樣點目擊隻數及鳴叫等級皆以面天樹蛙(*Kurixalus idiotocus*)為最(最高 11 隻、鳴叫等級 3)。艾氏樹蛙與面天樹蛙皆為小型蛙類，適合做為金絲蛇之食物資源，艾氏樹蛙主要產卵於樹洞及竹筒之中，面天樹蛙產卵於潮濕落葉堆，推斷金絲蛇較有機會利用面天樹蛙之卵、蝌蚪、小蛙，而艾氏樹蛙略大，且具有親代護卵的生殖特性，繁殖位置也離地面較遠，金絲蛇對艾氏樹蛙的利用可能少於面天樹蛙。

#### (2) 北橫公路巴陵-明池段金絲蛇潛在掠食者調查

111 年 8 至 10 月 112 年 2 至 4 月金絲蛇潛在掠食者名錄如表十二，結果如表十三、圖九。本研究於 111 年度進行調查已初步確認該區域經常活動之物種，112 年 8 月在陷阱週邊直接捕獲到金絲蛇，該陷阱恰好位於初期相機樣點位置，自動相機拍攝到與金絲蛇利用同樣棲地之潛在掠食者有食蟹獾(*Herpestes urva formosanus*)、黃喉貂(*Martes flavigula chrysospila*)、藍腹鵲(*Lophura swinhoii*)等物種，於陷阱樣區週遭活動的物種有臺灣獼猴(*Macaca cyclopis*)、黃鼠狼(*Mustela sibirica*)、大冠鷲(*Spilornis cheela hoya*)、巨嘴鴉(*Corvus macrorhynchos colonorum*)等物種。

#### (3) 光華、武道-能敢道路樣區蛙類調查

本樣區之蛙類調查於 111 年 11 月開始，收集至 112 年 10 月 15 日之資料，蛙類調查名錄如表十四。所目擊之蛙類以斯文豪氏赤蛙(*Odorrana swinhoana*)為最多，莫氏樹蛙(*Zhangixalus moltrechti*)次之，斯文豪氏赤蛙喜愛於溪澗山溝活動，故斯文豪氏赤蛙目擊數量多可能與樣區多選擇於溪澗旁有關。

調查結果如表十五、十六，以蛙類鳴叫等級來看，樣區內秋冬季會鳴叫的蛙種較少，主要為艾氏樹蛙、莫氏樹蛙(*Zhangixalus moltrechti*)、斯文豪氏赤蛙 3 種，斯文豪氏赤蛙在 2 號樣區以外皆有紀錄，應與樣區選擇有關，鳴叫等級只有 1，鳴叫的個體較少。莫氏樹蛙在冬季並非繁殖旺季，仍出現於 4 個樣點且有鳴叫等級 2，雖較不易直接目擊，但可預期數量不少。

本樣區所發現之蛙類，成蛙僅艾氏樹蛙體型可做為金絲蛇之獵物，其餘樹

種蛙類則只能取食卵、蝌蚪及小蛙，在對應的季節才能作為金絲蛇的食物資源。光華、武道-能敢道路樣區的蛙類樣點以斯文豪氏赤蛙最為優勢，應與溪澗水泥化及三面光有關，斯文豪氏赤蛙偏好溪流且有類吸盤能夠攀附牆面，十分適合樣點環境。各樣點在 111 年 11 月後種類趨於單一，在 112 年 2 月開始有較多種類出現。

#### (4) 北橫公路巴陵-明池段非原生族群食蛇性蛇類食性調查

本研究計畫共採集臭青公 9 隻、雨傘節 4 隻、中華眼鏡蛇 5 隻，共 17 隻個體(圖十)。111 年開始管制通行後，非原生族群蛇類出現頻率降低，111 年 9 月至 112 年 6 月僅多捕獲一條臭青公。活體皆已人道處理，並已於 112 年 5 月完成胃內含物檢視解剖。

非原生族群食蛇性蛇類解剖結果如表十七，所有個體都未進食，符合爬行類動物遭長距離移地野放後會暫停止進食的習性。多數個體具有極可能為蛇夾造成的大小不一傷口，團隊獸醫判斷多數個體無足夠體脂肪、肌肉量不足，處於健康不佳的狀態，部分個體有大量寄生蟲(圖十一)。僅編號 20220905001、20230325001 的臭青公脂肪充足且體態完整，身上亦無明顯傷痕。

綜合以上結果，北橫主線樣區之非原生族群食蛇性蛇類極有可能是人為長期多次少量進行放生，111 年紀錄到具有明顯放生個體特徵之臭青公捕食印度蜥蜴(*Sphenomorphus indicus*)(圖十二)，由於小型蜥蜴亦為金絲蛇之獵食對象，已確定臭青公與金絲蛇可能具有食性重疊，亦可能有競爭關係。編號 20220905001、20230325001 的臭青公則有可能是因為棲地類型改變從其他棲地遷徙至此的個體，將來若需要釐清來源，則需要使用遺傳學方法進行鑑定。

#### 四、 北橫公路巴陵-明池段車流量調查

本研究因天災影響調查及顧慮計畫完整性，經林務局同意展延並加入車流量調查之項目，以期將路殺對北橫地區蛇類的威脅數據化，本團隊於 112 年 5 月 18 日開始放置自動照相機檢測每日車流，為避免空拍設定為一秒四張連拍，以車牌辨識車輛。目前已收集 112 年 5 月 18 日至 112 年 10 月 15 之車流量資料如表十八，8、9 月因颱風及大雨關係造成兩台相機毀損故障，記憶卡資料亦被洗去，於 10 月前更換相機直至 10 月 15 日前皆運作正常。儘管北橫主線仍管制中，但車流量仍然很大，目前呈現之資料最高單日達 1149 車次，6、7 月車流量明顯大於 5、10 月，正巧對應北橫地區蛇類活動高峰期(6 至 9 月)，暑假暴增的遊憩車流為金絲蛇及北橫地區蛇類多樣性的重大隱患之一。

如前金絲蛇路面調查結果所述，路殺為金絲蛇母蛇死亡的重要因素，對具有瀕危物種生存的生態敏感區域在特定季節仍須採取措施，防止金絲蛇具生殖力的個體一再遭到路殺。

## 討論

### 一、 建立保育工作平台、北橫公路巴陵-明池段金絲蛇活體出沒及路殺調查

#### (1) 建立保育工作平台

本團隊已建立執行團隊、主管單位、工務段及專家學者的溝通模式，希望將來北橫公路金絲蛇之保育議題能透過此模式獲得有效的修正及改善，如 111 年 8 月曾發生承包商工班過度清理北橫公路巴陵段里程數約 50k-55k 之下邊坡事件，將來亦可透過類似之方式進行預防或止損。

#### (2) 北橫公路巴陵-明池段金絲蛇活體出沒及路殺調查

本計劃發現金絲蛇、梭德氏遊蛇、赤腹松柏根等森林底層物種有帶卵個體遭路殺，表示森林底層物種可能在懷孕期間利用馬路熱能而增加被路殺的機會，路殺仍為北橫公路巴陵-明池段區域懷孕蛇類重要威脅之一，若要建立較積極的防止路殺措施可盡量選擇森林底層物種出沒較頻繁之路段進行施作。另外，過去金絲蛇的路殺發現率可能被低估，由於金絲蛇顏色鮮豔，屍體容易被鳥獸等掠食者所發現並撿拾吃掉，曾觀察到巨嘴鴉撿拾金絲蛇路殺屍體。

將 111 年 7-10 月之路殺資料與北部橫貫公路巴陵-明池段現有防路殺導板措施使用 QGIS 進行套疊(圖十三)，顯示北部橫貫公路巴陵-明池段整段皆為蛇類路殺熱點，單一設點的防路殺措施無法改善全段蛇類路殺的狀況，而擋板措施前後仍有路殺發生，過短的擋板難以排除末端效應。

屬於非當地原生族群之雨傘節發現不具放生蛇特徵幼體遭路殺，顯示非原生族群的雨傘節很可能有部分個體已經適應環境並能夠進行繁殖，仍需後續更多觀察及記錄。

#### (3) 光華-武道能取樣區路面活體及路殺調查

光華道路及武道-能取道路雖曾有金絲蛇紀錄，但依本研究調查，雖有調查到底層森林底層蛇種(斯文豪氏遊蛇、梭德氏遊蛇)，但大多為開墾地、農地鑲嵌次生林、竹林及少量原生林的環境，也有較多偏好開闊地區的蛇種(臭青公、紅斑蛇、瑪家山龜殼花等)。經過一年的調查本樣區並無發現任何金絲蛇活體及路殺。因此可以推斷光華道路及武道-能取道路並非金絲蛇核心區域，金絲蛇仍偏好大片連續的原始森林。

#### (4) 文獻收集

由於文章完整度及內容重複性之考量，因此文獻收集成果之討論敘述於改善建議之段落。

## 二、 金絲蛇族群現況及基礎生物學調查

### (1) 導板式蝦籠陷阱調查

多數蛇類物種集中於 6-9 月被捕獲，結合路面調查之結果，可以基本推斷 6-9 月為北橫公路地區多數蛇種的活動旺季，此為進行經營管理重要的目標時段。另外本團隊將所捕獲之蛇類、蛙類、蜥蜴分別計算香農多樣性指數 (Shannon index) 並與同為北橫公路地區調查之陳韋翰 2010 年文獻資料進行 Jaccard's 相似度比較 (Jaccard's Coefficient)，比較兩調查工作之物種相似度。

本計畫之蛇類香農多樣性指數約為 2.21，表示蛇類多樣性並非特別低，與陳韋翰 2010 年資料之 Jaccard's Coefficient 值約為 0.412 (表十九)，代表物種組成相似度較低。造成差異的原因其一可能是因為本計畫選擇之放置陷阱點位皆為挑選適合金絲蛇之森林鬱閉度高、底層草本植物較少之林下環境，紅斑蛇、白梅花蛇、瑪家山龜殼花較偏向於邊際開闊環境本計畫並未以陷阱捕獲，另白腹游蛇亦為陷阱選址近水的差異物種；其二可能有些物種有海拔分布的差異，如黑頭蛇；其三為當年尚未發表之物種，如泰雅鈍頭蛇。撇除以上因陷阱選址、海拔分布、當年尚未發表等因素造成的物種差異，剩下的差異物種如金絲蛇、赤腹松柏根、福建頸斑蛇、梭德氏帶紋赤蛇皆為森林底層之物種。

本計畫蜥蜴之香農多樣性指數約為 1.1，與陳韋翰 2010 之 Jaccard's Coefficient 值為 1 (表二十)，意即物種組成相同。麗紋石龍子及臺灣滑蜥有明顯的數量差異，麗紋石龍子喜好林緣環境，數量可能也與陷阱點位選擇有關，臺灣滑蜥則與前述本計畫缺少捕獲之蛇類物種同樣為森林底層物種。蛙類之香農多樣性指數約為 1.1，與陳韋翰 2010 之 Jaccard's Coefficient 值約為 0.43 (表二十一)，本計畫所缺乏的腹斑蛙、斯文豪氏赤蛙、莫氏樹蛙皆為較需要穩定水源之物種，而梭德氏赤蛙、拉督希氏赤蛙、盤古蟾蜍等較耐旱之底層蛙類數量亦有所差距。

森林底層之蛇類、蜥蜴物種及需要較穩定水源之蛙類調查數量有所差距，以上顯示現今北橫公路的森林底層環境與穩定水源之狀況與 2007-2010 年相比可能有所改變，可能為極端氣候造成之變化。本計畫原設計為找出金絲蛇穩定出沒之位置，因此有進行數次陷阱數量及位置調整，並無設計固定陷阱努力量，將來可以固定努力量之設計進行更精確的相對豐富度比較。

### (2) 路殺個體解剖

藉由路殺個體的解剖，能夠確定 7 隻路殺個體中 6 條皆為成年母蛇，且有採集到同體型路殺個體的成熟卵巢樣本，推斷路殺之成年母蛇已具有生殖能力。目前為止的金絲蛇路殺調查結果顯示，路殺為金絲蛇繁殖的重大威脅。

### (3) 金絲蛇卵殼檢視

本計畫期間後續並未取得更多金絲蛇卵殼樣本，將來可以多方詢問各研究單位是否有適合進行電子顯微鏡掃描之金絲蛇卵殼樣本供後續研究。

#### (4) 金絲蛇體內寄生蟲鑑定

路殺之金絲蛇體內寄生蟲資料宜持續收集，美國佛羅里達州發生入侵物種緬甸蟒(*Python bivittatus*)將舌形蟲(*Pentastome*)帶入當地，造成侏儒響尾蛇(*Sistrurus miliarius*)感染並造成窒息死亡的案例(T.M. Farrell et al., 2019)。雖非原生族群之放生蛇類為臺灣原生物種，但眼鏡蛇、雨傘節原不應出現於北橫公路巴陵-明池段，臭青公即使可能有少量原生個體，以寄生蟲學角度來說，由於個體少，與其他當地蛇類接觸的機會相對較低，感染寄生蟲的機率也相對較低。若遭頻繁的放生帶入非原生族群之蛇類，使臭青公增加，也會增加當地蛇類感染寄生蟲的機率，後續影響難以預測。因此建議持續關注金絲蛇路殺個體之體內寄生蟲狀況，以利將來有狀況能及早發現並採取應對措施。

### 三、 金絲蛇食物及潛在掠食者資源調查

#### (1) 光華-武道能取樣區蛙類調查

以鳴叫調查判斷此樣區蛙類繁殖高峰約 2 月至 7 月，若以金絲蛇的體型能利用到蝌蚪或是小蛙可能推估在 3 月至 5 月有較多食物資源可利用，但直至調查結束光華、武道-能取道路樣區仍未調查到金絲蛇。另外本樣區缺乏利用腐植落葉繁殖的面天樹蛙，金絲蛇較容易取得其卵、蝌蚪及成蛙，可能與金絲蛇較少出現於本樣區亦有相關。

#### (2) 北橫公路巴陵-明池段非原生族群食蛇性蛇類食性調查

雖本次計畫並未解剖到有腸胃內含物的非原生族群食蛇性蛇類個體，但過去北橫公路仍有雨傘節獵食史丹吉氏斜鱗蛇之案例(Mao et al., 2010)，此類放生個體仍有適應環境並造成原生物種威脅之可能，因此建議明顯有放生特徵之蛇類個體往後均需要予以移除，這些放生蛇的原採集地無法判明之前提下，若非有單位願意永久收容，否則建議應在獸醫操作下進行人道處理。

本計畫亦有發現編號 20220905001、20230325001 之臭青公外表完整且體態壯碩，雖過去北橫公路巴陵-明池段臭青公出沒紀錄較少，但臭青公曾被記錄野生個體出現於海拔約 2150 公尺的花蓮碧綠神木一帶(游崇瑋等，2021)，故北橫公路巴陵-明池段完全涵蓋於臭青公出沒之海拔範圍內，可能因為北橫公路巴陵-明池段森林型態、溫濕度等環境因子改變，使得臭青公可以利用的環境增加，故開始有個體播遷至此定居，本計畫亦於海拔稍低之光華道路樣區數次採獲臭青公野生個體之幼體。若將來需要釐清北橫公路巴陵-明池段臭青公之來源，需要使用遺傳學方法進行鑑定。

#### 四、 車流量調查

車流量調查宜持續進行，除研究車流量與北橫公路巴陵-明池段蛇類路殺狀況的相關性，將來若進行車流相關管理，也可以比較進行車流管理相關措施前與後，車流量變化與路殺數量變化之關係。以驗證措施是否有效減緩北橫巴陵-明池段蛇類路殺之狀況。

## 伍、改善建議

### 一、金絲蛇保育研究

本團隊在執行過程中，發現北橫公路森林底層主線環境與陳韋翰 2010 年文獻進行工作時有明顯差異。過去北橫公路四稜至明池段濱溪低地森林具有厚腐植層，本團隊實際進行調查及陷阱放置時，發現腐植層非常薄，挖掘陷阱僅數公分馬上接觸到硬盤層，同時蘇氏步行蟲(*Carabus sauteri*)誤入陷阱的數量遠少於 2007 年時的狀況(謝典修，私人通訊)，蘇氏步行蟲以蝸牛為主食，腐植層能直接影響蝸牛及蚯蚓等無脊椎動物的數量。本研究調查陷阱無捕獲以蚯蚓為主食的斯文豪氏遊蛇(*Rhabdophis swinhonis*)及福建頸斑蛇(*Plagiopholis styani*)，亦無捕獲以蝸牛為主食的臺灣擬食蝸步行蟲(*Carabus nankotaizanus*)。推測可能 2016 大寒流影響植物生長規律與落葉、2017 及 2018 年的極端降雨與大颱風造成之風災有關。

腐植層能提供底層蛇類食物(如蚯蚓、小型蜥蜴、蛙類等)、遮蔽、調節溫度及應對極端氣候。Mathias Dezetter 等人 2022 年發表之研究表示，暴露在乾燥空氣中的極北蝰(*Vipera berus*)更常使用提供潮濕微氣候的遮蔽物，以減少個體脫水和肌肉萎縮。證明主動調整微棲地的行為可以減輕變溫動物的乾早期引起的特定生理壓力反應。近年降雨集中、多旱少雨及異常高溫，腐植層消失無足夠之腐植層調節躲避可能對金絲蛇等底層蛇類造成致命影響，也直接令森林底層的蛇類增加面對掠食者的風險。Mathias Dezetter 等人 2021 年發表之研究，缺水的雌性極北蝰表現出嚴重脫水、生理壓力和肌肉質量損失，胚胎亦容易死亡。隨著氣候變化，乾旱變得更加嚴重和頻繁，極端氣候事件可能會導致大規模的死亡和繁殖障礙，從而導致族群下降。本計畫所記之金絲蛇喜好出沒溫度約為攝氏 22-25 度(表二十二)，金絲蛇於選溫槽內喜好停留於攝氏 17-18 度及 24-26.5 度(黃淑萍，2019)，亦可能受到極端高溫之影響。黃淑萍 2019 年文獻指出，北橫公路 3 溫度測站於 6-9 月金絲蛇活動季節時，上下 10 公分之溫度多維持在攝氏 20-25 度區間，相較於氣溫及土表溫度恆定許多，因此對金絲蛇而言，足夠厚的腐植層或是潮濕遮蔽處可能將是極端氣候下的重要生存資源。

建議將來可執行以下工作：(1)進行腐植層或相似功能微棲地的營造同時監控營造成效。(2)重複調查陳韋翰與毛俊傑 2010 年文獻中有採獲金絲蛇之樣點，同時重新收集環境資料並與過去資料進行比對，釐清環境變化與金絲蛇之關係。(3)進行長時間的溫濕度監測。(4)針對金絲蛇的族群持續進行調查，尤其體量值及生殖相關數據需要特別關注。

### 二、非原生食蛇性蛇類相關工作

臭青公有發現到完全沒有放生蛇特徵的壯碩個體(n=2)，可能是少量因環境

改變遷徙而來的原生個體，需再進行遺傳檢測。雨傘節本年度調查有發現無放生特徵之幼蛇，需要持續注意是否有繁殖狀況。明顯有傷痕的人為野放個體之臭青公、中華眼鏡蛇、雨傘節等則應持續移除。多數人為野放個體出沒於前段(里程數 55k 前)，建議能放置自動相機以計算車流同時監控可疑人車，以利往後處理非法放生。

### 三、 路殺改善

路殺改善措施分為兩大方向，第一是改變動物行為，即廊道或是營造緩衝區等；第二是改變人的行為，如道路管制、減速措施等(Jochimsen et al., 2004; Bansal, 2020)。以北橫公路金絲蛇的狀況而言，自巴陵至明池整段幾乎都有過金絲蛇出沒的紀錄且也為蛇類熱點，進行以改變動物行為為主的措施較難，尤其北橫公路地質不穩定且地勢陡峭，多數半永久的路殺改善措施需要與道路一同設計，現北橫公路的條件並不適合為了建造改善措施進行大規模工程，但在某些重點且平緩的路段亦可討論設計使用。北橫公路狀況亦不建議使用檔板類型的措施，其一，檔板需要長且連續、完整才能有效發揮作用，較短的檔板較容易有末端效應，減低防止路殺的效果(Markle et al., 2017; Helldin and Petrovan, 2019; Read and Thompson, 2021)；其二，檔板應選用較堅固的材質以減少維護頻率，任何破損或縫隙都會減損檔板本身之效果(Gunson et al., 2016)。綜合以上，北橫公路蜿蜒、地質不穩定、路途遠維護困難，亦無明顯熱點能進行重點施作，因此不推薦使用檔板作為減緩路殺措施。因北橫公路特性，選用改變人的行為之措施較為適合。

改變人的行為之措施可分為三種(1)總量管制，限制進入車輛數目(特別是節日假日)。(2)季節性封路，蛇類繁殖季時完全封鎖周邊道路。(3)減速、限速措施，如減速坡、測速照相等(Bansal, 2020)。

總量管制臺灣已有類似做法，墾丁國家公園管理處及公路局第三養工處在每年農曆 6 至 10 月墾丁陸蟹繁殖高峰期進行交管措施，管制單位時間內進入的車流量。實際管制區域為台 26 線香蕉灣砂島路段 2 公里，其管制措施為四線道縮減為二線道通行，採雙向各縮減外側車道，於管制時間中每封路 10 分鐘後開放內線道通行 10 分鐘之方法，並設有前導車引導車流減速，守護陸蟹安全過路降海釋幼。

季節性封路有國外案例，美國伊利諾伊州的肖尼國家森林公園每年秋季和春季關閉森林服務路 345 號(Forest Service Road No. 345)的里程 3.0 至 5.8 這段路約兩個月的時間，期間禁止車輛通行。沃爾夫湖附近森林中的兩生爬行動物會在拉魯沼澤和附近的石灰岩懸崖之間季節性遷移，每年春季和秋季，為了往返於繁殖地及渡冬地，蛇必須穿過蛇道(LaRue Road，即 345 號道路)。這段路能發現伊利諾伊州兩生類物種的 66%及爬行類物種的 59%，雖然這段時間該路段禁止車輛通行，但對步行的人開放，吸引許多觀察愛好者前往。1972 年，當地林務單位決定春季和秋季分別關閉蛇路三週和兩週，以便蛇能安全遷徙。

伊利諾伊州自然資源部的地區遺產生物學家及爬蟲學家 Scott Ballard 發現，蛇的遷徙時間比任何人最初想像的都要長。根據他碩士論文資料，林務單位延長了封路時間。現在蛇路在春季的 3 月 15 日至 5 月 15 日(共 2 個月)和秋季的 9 月 1 日至 10 月 30 日期間(共 2 的月)關閉，全年有 4 個月處於封路時間。

起初當地人士相當反對封路，經過溝通和調停現在多數當地人也支持暫時封閉道路，爬行動物學家及爬行動物養殖者也支持關閉蛇道，讓蛇在其中遷徙。當局對當地的管理不只依據物種生態習性進行季節性封路，亦有制定一套特殊規定全年適用於蛇道和整個自然研究區。

除美國外，中國亦有類似案例。為有效減輕四川王朗國家級自然保護區道路兩棲類路殺狀況，應在熱點時段和熱點地區採取措施，根據路死熱點時刻，在繁殖季節(4 月份)和 6、7 月份，王朗國家級自然保護區應設置夜間臨時交通管制並根據道路死亡熱點，在靠近道路的繁殖池區域設置涵洞，並設置隔離牆，引導兩棲動物進入涵洞(Zhange et al., 2018)。

臺灣的案例是滿月圓國家森林遊樂區的與蛙分行措施，今年度(112 年)自 10 月 07 日至 12 月 22 日，每日下午 3 點半至 4 點辦理【與蛙分行】現場活動，於遊客中心辦理【與蛙分行】，邀請遊客認識滿月圓蛙類及響應提早離園活動，避開 5 點至 7 點蛙類過馬路之高峰期。同時達到保育教育與保育措施的雙重效果。

北橫公路有 29 種蛇類紀錄，佔臺灣原生陸域蛇種的 58%，同時亦為全世界最容易觀察到百步蛇的觀察點，近幾年除了吸引大量國內愛好者前往觀察，亦有許多外國人士前往賞蛇，已是重要的生物多樣性及生態觀熱點。基於文獻回顧、調查結果及北橫公路本身之特性，本研究團隊建議北橫公路可施行以下措施：

(1) 假日總量管制：

依本研究車流量調查結果，北橫公路週末、特定假日、暑假時段有大量車潮進入，可考慮限制進入明池遊樂區的遊客總量。

(2) 季節性交通管制：

本研究團隊調查結果發現金絲蛇喜好特定月份(6 至 9 月)的特定時段橫越馬路造成路殺(表二十三)，單以金絲蛇保育角度建議至少於 6 至 9 月早上 6 至 9 時及下午 16 至 18 時進行道路管制，若要全面減少路殺，則亦須要考慮夜間交通管制，本研究調查資料顯示自夜間管制以來，北橫路殺蛇類的數量大幅下跌。

(3) 建立減速措施：可於過去金絲蛇紀錄點週遭設置測速照相等減速措施，北橫公路較為狹窄，減速措施應能有效發揮減速作用。

(4) 辦理相關活動及課程：在路殺熱點設置淡水龜通過有關警示標語無法有效減緩淡水龜被路殺的情況(Seburn and McCurdy-Adams, 2019)，辦理課程及活動一方面可以讓駕駛人理解北橫公路兩棲爬蟲類動物多樣性特別之處，對生物

多樣性保育有益，且也可能減緩交通管制等其他措施對民眾帶來的不滿，可作為配套施作。

- (5) 進行多個防止路殺措施並監測成效：沒有任何單一措施能夠有效減輕爬行類動物的路殺狀況，需要配合多個措施以達到最大效益。若要建設改變動物行為之防路殺措施，則應依目標物種類群習性進行設計，同時應監測各措施是否有達到預期的防治路殺目標，以達到減緩爬行類路殺的效果(Puky et al., 2007; Baxter-Gilbert et al., 2015; Van der Ree et al., 2015; Gunson et al., 2016; Bansal, 2020)。

#### 四、 其他建議

建議將竹圍籬部分拆除，本研究團隊設置之 B、C 陷阱樣點僅與 D 樣點隔一條馬路及竹圍籬，B、C 陷阱樣點捕獲物種共計 7 種 20 隻次，D 樣點僅 3 種 4 隻次。顯示竹圍籬除可能產生生態陷阱的疑慮外，亦已經有阻絕動物通過的現象，建議至少拆除數個部分，讓動物能通行。同時亦應避免成為蛇類生態陷阱，蛇類具沿邊緣行走之習性，若僅有一個出入口，有可能會讓猛禽及食肉目掠食者學會在出入口守株待兔。

由於北橫公路為兩棲爬行類生物多樣性熱點，具生態及旅遊資源上的特殊性，因此建議進行長期環境(如溫濕度、森林鬱閉度、底層植被覆蓋度、腐質層厚度等資訊)及資源監測、收集各物種基本資料，以因應即將到來的極端氣候影響，及早發現環境及物種之異狀，往後能盡快進行保育措施。北橫公路蛇類熱點區域除道路坍塌狀況外，同時具有易到達的特性，野外觀察人數非常之多，希望將來主管單位亦能效法美國伊利諾伊州的肖尼國家森林公園的蛇道，擬定一個適用於北橫公路蛇類熱點的管理規則。

## 陸、 參考文獻

- 毛俊傑、陳韋翰、葛瑞、謝典修及劉力銜。2012。宜蘭的蛇類相及其海拔梯度多樣性。宜蘭大學生物資源學刊，8(2):39~49。
- 呂光洋、葉冠群、陳世煌、林政彥及陳賜隆。1987。陽明山國家公園兩棲和爬蟲之生態調查。陽明山國家公園管理處。
- 呂光洋、杜銘章及向高世。2002。臺灣兩棲爬行類圖鑑。貓頭鷹出版社。
- 李玲玲。2000。棲蘭山檜木林區動物資源調查研究。太魯閣國家公園管理處。
- 杜銘章。2004。蛇類大驚奇-55 個驚奇主題及 55 種臺灣蛇類圖鑑。192 頁。遠流出版事業股份有限公司。
- 高橋精一。1930。日本蛇類大觀。春陽堂。
- 陳韋翰。2010。臺灣東北部山區不同森林環境下兩棲爬行動物組成之探討。國立宜蘭大學森林暨自然資源學系碩士論文。
- 陳元龍、林德恩、林瑞興、楊正雄。2017。2017 臺灣陸域爬行類紅皮書名錄。行政院農業委員會特有生物研究保育中心、行政院農業委員會林務局。
- 翁聖歲、陳相伶。2020。惠蓀國家森林遊樂區兩棲爬蟲類初步資源調查。林業研究季刊，42(4)：177-188。
- 游崇瑋、汪仁傑。2007。北橫公路沿線兩棲爬蟲類資源初探。自然保育季刊，59:38-47。
- 游崇瑋、陳登創及桑原佑介。2021。失落的馬祖王錦蛇指名亞種。自然保育季刊，116:66-75。
- 黃淑萍。2019。108 年度國土生態保育綠色網絡建置之瀕危野生動物保育優先性評估、行動計畫與推動-金絲蛇溫度生理研究及保育策略研擬。
- 賴政宏、郭玉琴、董光中及王俊秀。2004。臺灣地區蛇類之寄生蟲調查。臺灣獸醫誌。30(1):26-32。
- 鄭雅芬、江玟徹及蔡承龍。2016。毒蛇寄生蟲感染調查和防治研究計畫 (MOHW105-CDC-C-315-000125)。衛生福利部疾病管制署研究檢驗及疫苗研製中心。
- 籃浩維。2022。臺灣入侵綠鬣蜥的共引入內寄生蠕蟲。國立嘉義大學生物資源學系碩士論文。
- 行政院農業委員會。2017。保育類野生動物名錄(106 年 5 月 1 日生效)。2017 年 12 月 13 日取自：<http://conservation.forest.gov.tw/0001857>。
- 行政院農業委員會林務局，行政院農業委員會特有生物保育研究中心。金絲蛇保育行動計畫。2022。
- Amin, O. M., Ha, N. Van., and Heckmann, R. A. 2008. New and already known acanthocephalans from amphibians and reptiles in Vietnam, with keys to species of *Pseudoacanthocephalus* Petrochenko, 1956 (Echinorhynchidae) and

- Sphaerechinorhynchus* Johnston and Deland, 1929 (Plagiorhynchidae). Journal of Parasitology 94(1):181-9. doi: 10.1645/GE-1288.1
- Bush, A.O., Lafferty, K.D., Lotz, J.M., and Shostak, A.W. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. The Journal of Parasitology, 83(4):575–583.
- Baxter-Gilbert, J. H., Riley, J. L., Lesbarreres, D., and Litzgus, J. D. 2015. Mitigating reptile road mortality: fence failures compromise ecopassage effectiveness. Plos One. 2015:10(3).
- Baxter-Gilbert, J. H., Riley, J. L., Boyle, S. P., Lesbarreres, D., and Litzgus, J. D. 2018. Turning the threat into a solution: using roadways to survey cryptic species and to identify locations for conservation. Australian Journal of Zoology. 66(1):50–56.
- Bansal, U. 2020. A study of reptile road mortalities on an inter-state highway in the Western Ghats, India and suggestion of suitable mitigation measures. Captive and Field Herpetology. 4:15–30.
- Dezetter, M., Le Galliard, J. F., Guiller, G., Guillon, M., LerouxCoyau, M., Meylan, S., Brischoux, F., Angelier, F., and Lourdais, O. 2021. Water deprivation compromises maternal physiology and reproductive success in a cold and wet adapted snake *Vipera berus*. – Conserv. Physiol. 9:coab071.
- Dezetter, M., Le Galliard, J. F., and Lourdais, O. 2022. Behavioural hydroregulation protects against acute effects of drought in a dry-skinned ectotherm. Oecologia 201:355–367.
- Farrell, T.M., Agugliaro, J., Walden, H.D.S., Wellehan, J.X., Childress, A.L., and Lind, C.M. 2019. Spillover of pentastoma parasites from invasive burmese pythons (*Python bivittatus*) to pygmy rattlesnakes (*Sistrurus miliarius*), extending parasite range in Florida, USA. Herpetological Review 50:73–76.
- Gerow, K., Kline, N.C., Swann, D.E., and Pokorny, M., 2010. Estimating annual vertebrate mortality on roads at Saguaro National Park; Arizona. Human-Wildlife Interact. 4:283–292.
- Gunson, K., Seburn, D., Kintsch, J., and Crowley, J. 2016. Best management practices for mitigating the effects of roads on amphibian and reptile species at risk in Ontario, Ontario Ministry of Natural Resources and Forestry, Queen’s Printer for Ontario. 112pp.
- Helldin, J.O., Petrovan, S.O., 2019. Effectiveness of small road tunnels and fences in reducing amphibian roadkill and barrier effects at retrofitted roads in Sweden. PeerJ 7:e7518.
- Jochimsen, D.M., Peterson, C.R., Andrews, K.M., Gibbons, J.W., and Drawer, E. 2004. A literature review of the effects of roads on amphibians and reptiles and

- the measures used to minimize those effects. Washington (DC): Idaho Fish and Game Department, U.S. Department of Agriculture Forest Service.
- Langen, T. A., Machniak, A., Crowe, E. K., Mangan, C., Marker, D. F., Liddle, N., and Roden, B. 2007. Methodologies for surveying herpetofauna mortality on rural highways. *The Journal of Wildlife Management*. 71:1361–1368.
- Maki, M. 1931. *A Monograph of the Snakes of Japan*. Daiichi Shobo Publish, Tokyo, Japan. 51pp.
- Mao, J. J., Norval, G. 2005. Natural history notes: *Amphiesma miyajimae* (Taiwanese Keelback). *Reproduction. Herpetological Review*. 36(4):455.
- Mao, J. J., Norval, G., Hsu, C.L., Chen, W.H., and Ger, R. 2010. Observations and comments on the diet of the many-banded krait (*Bungarus multicinctus multicinctus*) in Taiwan. *IRCF Reptiles and Amphibians*. 17(2):73-76.
- Markle, C., Gillingwater, S., Levick, R., and Chow-Fraser, P. 2017. The true cost of partial fencing: evaluating strategies to reduce reptile road mortality. *Wildlife Society Bulletin*. 41(2):342–350.
- McDiarmid, R.W., Foster, M.S., Guyer, C., Gibbons, J.W., and Chernoff, N. 2012. *Reptile Biodiversity Standard Methods for Inventory and Monitoring*.
- Puky, M., J. Farkas, and M. T. Ronkay. 2007. Use of existing mitigation measures by amphibians, reptiles, and small to medium-size mammals in Hungary: Crossing structures can function as multiple species-oriented measures. In *Proceedings of the 2007 international conference on ecology and transportation*, ed. C. L. Irwin, D. Nelson, and K. P. McDermott. Raleigh: Center for Transportation and the Environment, North Carolina State University. 521–530.
- Read, K.D., Thompson, B. 2021. Retrofit ecopassages effectively reduce freshwater turtle road mortality in the Lake Simcoe Watershed. *Conservation Science and Practice*. 3(9):491.
- van der Ree, R., Smith, D.J., Grilo, C. 2015. *Handbook of Road Ecology*. John Wiley and Sons, West Sussex, UK.
- Santos, R.A.L., Santos, S.M., Santos-Reis, M., De Figueiredo, A.P., Bager, A., Aguiar, L.M.S., and Ascensão, F. 2016. Carcass persistence and detectability: reducing the uncertainty surrounding wildlife-vehicle collision surveys. *PLoS One* 11:1–15.
- Seburn, D.C., McCurdy-Adams, H. 2019. Do turtle warning signs reduce roadkill? *Canadian Field-Naturalist*. 133:216–220.
- Teixeira, F.Z., Coelho, A.V.P., Esperandio, I.B., and Kindel, A. 2013. Vertebrate road mortality estimates: effects of sampling methods and carcass removal. *Biological Conservation*. 157:317–323.
- USGS (US Geological Survey). 2020. *North American Amphibian Monitoring*

Program. Retrieved from: [https://www.usgs.gov/centers/pwrc/science/north-american-amphibian-monitoring-program?fbclid=IwAR3rcyrBfdjr4FYT6o0VWt19Cf3dxnGYnTmeEBU\\_eMM8OZM39CW6sws6Mxgandqt-science\\_center\\_objects=0#qt-science\\_center\\_objects](https://www.usgs.gov/centers/pwrc/science/north-american-amphibian-monitoring-program?fbclid=IwAR3rcyrBfdjr4FYT6o0VWt19Cf3dxnGYnTmeEBU_eMM8OZM39CW6sws6Mxgandqt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects)

- Zaher, H., Murphy, R.W., Arredondo, J.C., Graboski, R., Machado-Filho, P.R., Mahlow, K., Montingelli, G.G., Bottallo Quadros, A., Orlov, N.L., Zhang, Y.P., and Grazziotin, F.G. 2019. Large-scale molecular phylogeny, morphology, divergence-time estimation, and the fossil record of advanced caenophidian snakes (Squamata: Serpentes). *PLoS ONE* 14: e0216148.
- Zhang, W., Shu, G., Li, Y., Xiong, S., Liang, C., and Li, C. 2018. Daytime driving decreases amphibian roadkill. *PeerJ*, 6:e5385.

## 柒、附表

表一、兩棲類鳴叫聲量表

鳴叫類型	紀錄值
無	0
有間隔	1
連續，但可辨識發聲個體數量	2
齊聲鳴叫，難以辨識發聲個體數量	3

\*註：本表引用自北美兩生類監測計畫(North American Amphibian Monitoring Program)(USGS, 2020)。

表二、111 年 7 月至 112 年 10 月間北橫公路巴陵-明池段路面調查物種名錄

科	中名	學名	保育等級
兩頭蛇科	鐵線蛇	<i>Calamaria pavementata</i>	一般
黃頷蛇科	大頭蛇	<i>Boiga kraepelini</i>	一般
	臭青公	<i>Elaphe carinata yonaguniensis</i>	一般
	臺灣黑眉錦蛇	<i>Elaphe taeniura friesi</i>	III
	高砂蛇	<i>Euprepiophis mandarinus</i>	III
	紅竹蛇	<i>Oreocryptophis porphyraceus kawakamii</i>	一般
	赤腹松柏根	<i>Oligodon ornatus</i>	一般
	紅斑蛇	<i>Lycodon rufozonatus rufozonatus</i>	一般
	白梅花蛇	<i>Lycodon ruhstrati ruhstrati</i>	一般
	過山刀	<i>Ptyas dhumnades</i>	一般
	青蛇	<i>Ptyas major</i>	一般
眼鏡蛇科	雨傘節	<i>Bungarus multicinctus multicinctus</i>	一般
	梭德氏帶紋赤蛇	<i>Sinomicrurus sauteri</i>	II
	環紋赤蛇	<i>Sinomicrurus swinhoei</i>	III
	中華眼鏡蛇	<i>Naja atra</i>	一般
水游蛇科	金絲蛇	<i>Hebius miyajimae</i>	I
	梭德氏遊蛇	<i>Hebius sauteri</i>	一般
	擬龜殼花	<i>Pseudagkistrodon rudis</i>	一般
	白腹游蛇	<i>Sinonatrix percarinata suriki</i>	一般
鈍頭蛇科	泰雅鈍頭蛇	<i>Pareas atayal</i>	一般
	臺灣鈍頭蛇	<i>Pareas formosensis</i>	一般
假盾蛇科	茶斑蛇	<i>Psammodynastes pulverulentus papenfussi</i>	一般
斜鱗蛇科	史丹吉氏斜鱗蛇	<i>Pseudoxenodon stejnegeri stejnegeri</i>	一般
劍蛇科	黑頭蛇	<i>Sibynophis chinensis</i>	一般
蝮蛇科	百步蛇	<i>Deinagkistrodon acutus</i>	II
	龜殼花	<i>Protobothrops mucrosquamatus</i>	一般
	赤尾青竹絲	<i>Trimeresurus stejnegeri</i>	一般
閃皮蛇科	臺灣標蛇	<i>Achalinus formosanus</i>	一般

總記

10 科、28 種

\*註一：本表缺乏 111 年 10 月至 12 月之資料。註二：本表分類參考 Zaher et al. 2019

表三、111年7月至112年10月間北橫公路巴陵-明池段路面調查結果(隻次)

中名	7月	8月	9月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	總計
鐵線蛇	2	1					3	1			1			8
大頭蛇	1	4					2	1		1				9
臭青公	4	3	4		1	1								13
臺灣黑眉錦蛇	3	2	5							1	1	2		14
高砂蛇	3	2										1		6
紅竹蛇	3	3	1		1			1				1		10
紅斑蛇	10	10	1				1				1	1		24
白梅花蛇	15	11	3				1		1	1	1			33
過山刀		2	1						1		1			5
青蛇														0
赤腹松柏根	10	8	1							2				21
雨傘節	5	1												6
中華眼鏡蛇	4	2					1							7
環紋赤蛇	5	1					1							7
梭德氏帶紋赤蛇	7	5												12
百步蛇	6	4	1											11
龜殼花	7	3	1								1			12
赤尾青竹絲	20	15	4				3		1		1	2		46
金絲蛇	10	1								1	1			13
梭德氏遊蛇	3	3									1			7
擬龜殼花	1													1
白腹游蛇	1									1	1			3
泰雅鈍頭蛇	5	3					1		1		1			11
臺灣鈍頭蛇	2	4												6
茶斑蛇								1						1
黑頭蛇		1												1
史丹吉氏斜鱗蛇	1													1
臺灣標蛇									1					1
<b>總計</b>	<b>128</b>	<b>89</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>14</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>289</b>

\*註：本表缺乏111年10月至12月之資料。

表四、111 年 7 月北橫公路巴陵-明池段路殺蛇類調查結果

月份	科	中名	學名	數量 (隻次)	比例(%)
7 月	兩頭蛇科	鐵線蛇	<i>Calamaria pavementata</i>	1	2.2
	黃領蛇科	大頭蛇	<i>Boiga kraepelini</i>	1	2.2
		臺灣黑眉錦蛇	<i>Elaphe taeniura friesi</i>	3	6.8
		高砂蛇	<i>Euprepiophis mandarinus</i>	1	2.2
		紅斑蛇	<i>Lycodon rufozonatus rufozonatus</i>	2	4.5
		白梅花蛇	<i>Lycodon ruhstrati ruhstrati</i>	7	15.9
		紅竹蛇	<i>Oreocryptophis porphyraceus kawakamii</i>	1	2.2
		赤腹松柏根	<i>Oligodon ornatus</i>	4	9.1
	眼鏡蛇科	雨傘節	<i>Bungarus multicinctus multicinctus</i>	1	2.2
		梭德氏帶紋赤蛇	<i>Sinomicrurus sauteri</i>	2	4.5
	水游蛇科	金絲蛇	<i>Hebius miyajimae</i>	7	15.9
		梭德氏遊蛇	<i>Hebius sauteri</i>	3	6.8
		擬龜殼花	<i>Pseudagkistrodon rudis</i>	1	2.2
	鈍頭蛇科	泰雅鈍頭蛇	<i>Pareas atayal</i>	3	6.8
		臺灣鈍頭蛇	<i>Pareas formosensis</i>	2	4.5
	蝮蛇科	百步蛇	<i>Deinagkistrodon acutus</i>	1	2.2
		龜殼花	<i>Protobothrops mucrosquamatus</i>	3	6.8
		赤尾青竹絲	<i>Trimeresurus stejnegeri</i>	3	6.8
<b>物種數小計(種)</b>			<b>18</b>		
<b>數量小計(隻)</b>			<b>44</b>		

\*註一：本表比例以發現路殺總隻次除以發現物種總隻次計算。註二：本表分類參考 Zaher et al. 2019

表五、111 年 10 月至 112 年 10 月光華、武道-能敢道路樣區路面調查名錄

科	中名	學名	保育等級
黃領蛇科	大頭蛇	<i>Boiga kraepelini</i>	一般
	臭青公	<i>Elaphe carinata yonaguniensis</i>	一般
	臺灣黑眉錦蛇	<i>Elaphe taeniura friesi</i>	III
	紅斑蛇	<i>Lycodon rufozonatus rufozonatus</i>	一般
	白梅花蛇	<i>Lycodon ruhstrati ruhstrati</i>	一般
	赤腹松柏根	<i>Oligodon ornatus</i>	一般
	過山刀	<i>Ptyas dhumnades</i>	一般
	青蛇	<i>Ptyas major</i>	一般
眼鏡蛇科	雨傘節	<i>Bungarus multicinctus multicinctus</i>	一般
	梭德氏帶紋赤蛇	<i>Sinomicrurus sauteri</i>	II
水游蛇科	梭德氏遊蛇	<i>Hebius sauteri</i>	一般
	擬龜殼花	<i>Pseudagkistrodon rudis</i>	一般
	斯文豪氏遊蛇	<i>Rhabdophis swinhonis</i>	III
鈍頭蛇科	泰雅鈍頭蛇	<i>Pareas atayal</i>	一般
蝮蛇科	瑪家山龜殼花	<i>Ovophis makazayazaya</i>	II
	龜殼花	<i>Protobothrops mucrosquamatus</i>	一般
	赤尾青竹絲	<i>Trimeresurus stejnegeri stejnegeri</i>	一般

\*註：本表分類參考 Zaher et al. 2019

表六、111年10月至112年10月光華、武道-能敢道路樣區路面調查物種隻次

科	中名	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
黃頷蛇科	大頭蛇		2			2	1	1		2			1	1
	臭青公	1	1											
	臺灣黑眉錦蛇							1					1	
	紅斑蛇	1	3				1	1	3	1	1	1		1
	白梅花蛇		3			1				4	4	1		
	過山刀											1		
	青蛇								1	2			1	
	赤腹松柏根									1				
	眼鏡蛇科	雨傘節	1	1						1	3	1		
梭德氏帶紋赤蛇										1				
水游蛇科	斯文豪氏遊蛇									2				
	梭德氏遊蛇								1			2		
	擬龜殼花		2							1				
鈍頭蛇科	泰雅鈍頭蛇	1	4				1	2						
蝮蛇科	赤尾青竹絲	3	16	1						2	1		6	1
	龜殼花		3		1					1	2		1	
	瑪家山龜殼花		1	1				2						1

表七、111 年 9 月至 112 年 10 月各樣區導板式蝦籠陷阱組數更動變化(組)

樣區	9-10 月	3-4 月	5-6 月	7-10 月
A	1	1	2	2
B	1	2	4	4
C	1	1	1	1
D	1	2	2	2
E	2	3	5	3
F	1	1	1	0
G	1	1	1	1
H	1	1	1	1
I	2	3	3	3
J	1	0	0	3

表八、111 年 9 至 10 月、112 年 3 至 10 月導板式蝦籠陷阱捕獲脊椎動物物種名錄

目	科	中名	學名	保育等級	
無尾目	蟾蜍科	盤古蟾蜍	<i>Bufo bankorensis</i>	一般	
	赤蛙科	拉都希氏赤蛙	<i>Hylarana latouchii</i>	一般	
		梭德氏赤蛙	<i>Rana sauteri</i>	一般	
有鱗目	飛蜥科	黃口攀蜥	<i>Diploderma polygonatum xanthostomum</i>	一般	
	蛇蜥科	哈特氏蛇蜥	<i>Dopasia harti</i>	II	
	石龍子科	麗紋石龍子	<i>Plestiodon elegans</i>	一般	
		臺灣滑蜥	<i>Scincella formosensis</i>	一般	
		印度蜓蜥	<i>Sphenomorphus indicus</i>	一般	
有鱗目	兩頭蛇科	鐵線蛇	<i>Calamaria pavementata</i>	一般	
	黃領蛇科	高砂蛇	<i>Euprepiophis mandarinus</i>	III	
		紅竹蛇	<i>Oreocryptophis porphyraceus kawakamii</i>	一般	
	水游蛇科	白腹游蛇	<i>Sinonatrix percarinata suriki</i>	一般	
	鈍頭蛇科	泰雅鈍頭蛇	<i>Pareas atayal</i>	一般	
		臺灣鈍頭蛇	<i>Pareas formosensis</i>	一般	
	斜鱗蛇科	史丹吉氏斜鱗蛇	<i>Pseudoxenodon stejnegeri</i>	一般	
	有鱗目	劍蛇科	黑頭蛇	<i>Sibynophis chinensis</i>	一般
		蝮蛇科	赤尾青竹絲	<i>Trimeresurus stejnegeri</i>	一般
閃鱗蛇科		臺灣標蛇	<i>Achalinus formosanus</i>	一般	
真盲缺目	鼯鼯科	-	-		
嚙齒目	鼠科	臺灣森鼠	<i>Apodemus semotus</i>	一般	

\*註：本表蛇類分類參考 Zaher et al. 2019

表九、111年9至10月、112年3至10月各月份導板式蝦籠陷阱捕獲物種及隻次

目	科	中名	9月	10月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	
無尾目	蟾蜍科	盤古蟾蜍		4		3	8	5	7	5	3	2	
	赤蛙科	梭德氏赤蛙	4	4				2	2		2	1	
		拉都希氏赤蛙	4	9			1	10	5	1	1	8	4
有鱗目	飛蜥科	黃口攀蜥			1				1	1	2		
	蛇蜥科	哈特氏蛇蜥					3	1	1				
	石龍子科	麗紋石龍子									1		
		臺灣滑蜥			1								
		印度蜓蜥	6		1		2	5	6	19	2		
	兩頭蛇科	鐵線蛇							1				
	黃領蛇科	紅竹蛇				1							
		高砂蛇							1				
	水游蛇科	白腹游蛇				1							
	鈍頭蛇科	泰雅鈍頭蛇				2	1					1	
		臺灣鈍頭蛇							1			1	
	斜鱗蛇科	史丹吉氏斜鱗蛇							1			1	
	劍蛇科	黑頭蛇						1		1		2	
	蝮蛇科	赤尾青竹絲										1	
	閃鱗蛇科	臺灣標蛇			1								
真盲缺目	鮑髓科	-										1	
啮齒目	鼠科	臺灣森鼠										1	

表十、金絲蛇寄生蟲名錄及相關資訊

寄生蟲類群	位置	感染率	平均感染強度	感染豐度
棘頭動物門 Acanthocephala				
<i>Pseudoacanthocephalus xenopeltidis</i>	腸道	14.30%	2	0.29
unknow Cystacanth	體腔	28.60%	1.5	0.43
線蟲動物門 Nematode				
<i>Ophidascaris</i> spp.	體腔	28.60%	1	0.29

表十一、111年8月北橫公路巴陵-明池段蛙類調查結果

樣區	中名	學名	幼體數量 (隻次)	成體數量 (隻次)	鳴叫類型
1	-	-	0	0	-
2	斯文豪氏赤蛙	<i>Odorrana swinhoana</i>	0	3	1
3	艾氏樹蛙	<i>Kurixalus eiffingeri</i>	0	1	1
	面天樹蛙	<i>Kurixalus idiootocus</i>	0	5	2
4	艾氏樹蛙	<i>Kurixalus eiffingeri</i>	0	1	1
	面天樹蛙	<i>Kurixalus idiootocus</i>	0	11	2
	莫氏樹蛙	<i>Zhangixalus moltrechti</i>	0	1	1
5	斯文豪氏赤蛙	<i>Odorrana swinhoana</i>	0	5	1
	艾氏樹蛙	<i>Kurixalus eiffingeri</i>	0	4	1
6	艾氏樹蛙	<i>Kurixalus eiffingeri</i>	0	6	1
	面天樹蛙	<i>Kurixalus idiootocus</i>	0	9	2
7	斯文豪氏赤蛙	<i>Odorrana swinhoana</i>	0	5	1
	面天樹蛙	<i>Kurixalus idiootocus</i>	0	2	1
8	艾氏樹蛙	<i>Kurixalus eiffingeri</i>	0	1	1
	面天樹蛙	<i>Kurixalus idiootocus</i>	0	2	1
9	艾氏樹蛙	<i>Kurixalus eiffingeri</i>	0	4	1
	橙腹樹蛙	<i>Zhangixalus aurantiventris</i>	0	1	1
10	-	-	0	0	-
11	艾氏樹蛙	<i>Kurixalus eiffingeri</i>	0	1	1
	面天樹蛙	<i>Kurixalus idiootocus</i>	0	5	3

鳴叫類型: (0)無; (1)有間隔; (2)連續, 但可辨識發聲個體數量; (3)齊聲鳴叫, 難以辨識發聲個體數量。

表十二、111年9至10月、112年3至10月潛在掠食者調查物種名錄

目	科	中名	學名	保育等級
偶蹄目	豬科	臺灣野豬	<i>Sus scrofa taiwanus</i>	一般
食肉目	犬科	家犬	<i>Canis lupus familiaris</i>	外來
	獾科	食蟹獾	<i>Herpestes urva formosanus</i>	一般
	貂科	黃喉貂	<i>Martes flavigula chrysoipila</i>	III
		黃鼠狼	<i>Mustela sibirica</i>	一般
靈長目	獼猴科	臺灣獼猴	<i>Macaca cyclopis</i>	一般
雞形目	雉科	藍腹鵝	<i>Lophura swinhoii</i>	II
鷹形目	鷹科	熊鷹	<i>Nisaetus nipalensis</i>	I
		大冠鵞	<i>Spilornis cheela hoyi</i>	II

表十三、111年8至10月112年2至4月金絲蛇潛在掠食者紀錄

日期	里程數 (k)	座標	物種	隻次	備註	調查方式
111/08/10	55.4	24.6484000, 121.4210000	臺灣野豬	1	路殺	道路調查時目擊
111/08/21	64.3	24.645113, 121.464261	黃喉貂	1		道路調查時目擊
111/09/05	59.5	24.646540, 121.439730	黃喉貂	2		道路調查時目擊
111/09/22	58.9	24.647937, 121.437471	臺灣獼猴	2		道路調查時目擊
111/10/03		陷阱樣點 B	食蟹獾	1		自動相機拍攝
111/10/05	65.9	24.651385, 121.472007	黃鼠狼	1		道路調查時目擊
111/10/11		陷阱樣點 B	藍腹鷗	1		自動相機拍攝
112/02/17	53.5	24.648600, 121.411870	食蟹獾	1		道路調查時目擊
112/02/23	62.4	24.641680, 121.454290	食蟹獾	1		道路調查時目擊
112/03/03	58.9	24.6465375, 121.437263	食蟹獾	2		道路調查時目擊
112/03/04	53.9	24.6508598, 121.4288227	臺灣獼猴	2		道路調查時目擊
112/03/10	64.1	24.644580, 121.463403	黃鼠狼		新鮮糞便	巡陷阱時目擊
112/03/10	56	24.649739, 121.423148	大冠鷲	1		道路調查時目擊
112/03/17	56	24.649739, 121.423148	大冠鷲	1		道路調查時目擊
112/03/22	51.4	24.661857, 121.407182	大冠鷲	1		道路調查時目擊
112/03/22	54.4	24.643754, 121.418124	熊鷹	1		道路調查時目擊
112/03/22	65.5	24.653038, 121.470147	家犬	1	黑狗	道路調查時目擊
112/03/22	64.7	座標位置遺失	藍腹鷗	2	雌鳥	道路調查時目擊
112/03/22	59.7	座標位置遺失	大冠鷲	1		道路調查時聽見叫聲
112/04/30	60.7	24.64261, 121.44497	食蟹獾	1		道路調查時目擊

表十四、111 年 11 月至 112 年 10 月光華、武道-能取道路樣區蛙類調查名錄

科	中名	學名	保育等級
蟾蜍科	盤古蟾蜍	<i>Bufo bankorensis</i>	一般
叉舌蛙科	福建大頭蛙	<i>Limnonectes fujianensis</i>	一般
赤蛙科	拉都希氏赤蛙	<i>Hylarana latouchii</i>	一般
	腹斑蛙	<i>Nidirana adenopleura</i>	一般
	斯文豪氏赤蛙	<i>Odorrana swinhoana</i>	一般
樹蛙科	周氏樹蛙	<i>Buergeria choui</i>	一般
	褐樹蛙	<i>Buergeria robusta</i>	一般
	艾氏樹蛙	<i>Kurixalus eiffingeri</i>	一般
	布氏樹蛙	<i>Polypedates braueri</i>	一般
	莫氏樹蛙	<i>Zhangixalus moltrechti</i>	一般

表十五、111年11月至112年10月光華、武道-能敢道路樣區蛙類調查成體隻次

樣區	中名	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
1	盤古蟾蜍									1			
	福建大頭蛙										1		
	拉都希氏赤蛙											1	
	斯文豪氏赤蛙	29	19	4	64	9	10	3	10	18	21	18	19
	周氏樹蛙										3		
	褐樹蛙				1					1			
2	盤古蟾蜍	1			1								1
	福建大頭蛙	1											
	斯文豪氏赤蛙	2						2		1	1		
	褐樹蛙	1						1		1			
	艾氏樹蛙												
	莫氏樹蛙				1	1							
3	盤古蟾蜍	1			2	1					1		
	褐樹蛙										1		
4	盤古蟾蜍												1
	斯文豪氏赤蛙				4	1				1		1	
	周氏樹蛙									9			
	褐樹蛙				5			1		1			1
5													
6	盤古蟾蜍	2						1			1	1	1
	斯文豪氏赤蛙	1								1			
7	斯文豪氏赤蛙	2			2		1	4	5	9	9	7	1
	拉都希氏赤蛙							1					
	布氏樹蛙							7	1	3	1		
	莫氏樹蛙	2			4		6	4	7		1		
8	盤古蟾蜍											1	1
	斯文豪氏赤蛙	2	1		2			4		3	2	3	1
	莫氏樹蛙				5								
9	盤古蟾蜍										1		
	斯文豪氏赤蛙	1					1	1	2	2	3	1	
	莫氏樹蛙								1				
10	盤古蟾蜍							1					

表十六、111年11月至112年10月光華、武道-能敢道路樣區蛙類調查鳴叫等級

樣區	中名	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
1	斯文豪氏赤蛙	1		1	1		1	1	1	1	1	1	2
	周氏樹蛙									1			
	艾氏樹蛙				1	1	1						
	莫氏樹蛙						2						
2	斯文豪氏赤蛙			1	2	2	1	1	1	1	1	1	
	艾氏樹蛙						1	1					
	莫氏樹蛙				2	2	2	1					
3	斯文豪氏赤蛙	1			1								
	艾氏樹蛙	2	1		1		1	1		1			
	莫氏樹蛙				2	2	1						
4	斯文豪氏赤蛙	1	1		1	1	1		1		1	1	
	周氏樹蛙								1	3	3		
	褐樹蛙							1	1				
	艾氏樹蛙							1					
5	斯文豪氏赤蛙	1			1	1	1	1	1	1	1	1	
	艾氏樹蛙							1					
	莫氏樹蛙					1							
6	斯文豪氏赤蛙	1		1	1	1	1	1		1	1		
	艾氏樹蛙						1	1					
	莫氏樹蛙				1								
7	腹斑蛙							1					
	斯文豪氏赤蛙	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1
	艾氏樹蛙						1	1					
	布氏樹蛙						1	2	1	3			
	莫氏樹蛙	2	2		3	1	3	2	3	2	2	1	1
8	拉都希氏赤蛙						1						
	斯文豪氏赤蛙	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	
	艾氏樹蛙				1		1	1	1	1		1	
	莫氏樹蛙	1			3	1	3	1	1		1		
9	斯文豪氏赤蛙	1			1	1	1	1	1	1	1	1	
	艾氏樹蛙						1	1	1				
	莫氏樹蛙	1			1	2	2	1	1	1	1		
10	艾氏樹蛙	1	1		1	1	1	1	1	1			
	布氏樹蛙							1	1				
	莫氏樹蛙	2	1		2		2	2	1	2			1

鳴叫類型: (0)無; (1)有間隔; (2)連續, 但可辨識發聲個體數量; (3)齊聲鳴叫, 難以辨識發聲個體數量。

表十七、111年9月至112年10月北橫公路巴陵-明池段非原生族群蛇類胃內含物解剖

物種	編號	胃內含物	體內脂肪	傷痕	備註
臭青公	20220710005	無	無	有	
	20220723002	無	無	有	
	20220818002	無	無	有	
	20220831001	無	無	有	大量寄生蟲
	20220831002	無	無	有	大量寄生蟲
	20220905001	無	有	無	
	20220910001	無	無	有	大量寄生蟲
	20220910002	無	無	有	大量寄生蟲
	20230325001	無	有	無	
中華眼鏡蛇	20220710004	無	無	有	
	20220712001	無	無	有	
	20220723003	無	無	有	
	20220805001	無	無	無	
	20220822001	無	無	無	
雨傘節	20220710003	無	無	有	
	20220711003	無	無	有	
	20220711004	無	無	無	
	20220811001	無	無	無	

\*編號以發現年月日進行編列。

表十八、112 年 5 至 10 月北橫公路巴陵-明池段樣區每日車流量計算

月份	天數	平均 (日)	最大 值	最小 值	中位 數	標準 差	備註
5 月	14	154.86	501	6	124	161.68	5/18 開始
6 月	30	216.54	1149	10	145	251.95	
7 月	31	396.79	845	55	342	238.61	
8 月	-	136					檔案遺失，此平均數為估計 值
9 月	-	136					檔案遺失，此平均數為估計 值
10 月	15	236.67	434	12	211	180.71	統計至 10/15
5-10 月		264.03	1149	6	187	238.63	以有明確記錄的天數計算

表十九、本計畫與陳韋翰 2010 年文獻蛇類物種相似度比較

科	中名	2007-2009(隻次)	2022(隻次)
兩頭蛇科	鐵線蛇	1	1
黃頷蛇科	紅斑蛇	18	0
	高砂蛇	2	1
	白梅花蛇	2	0
	紅竹蛇	4	1
	赤腹松柏根	3	0
眼鏡蛇科	梭德氏帶紋赤蛇	1	0
水遊蛇科	金絲蛇	8	0
	白腹游蛇	0	1
斜鱗蛇科	福建頸斑蛇	19	0
	史丹吉氏斜鱗蛇	19	2
鈍頭蛇科	泰雅鈍頭蛇	0	4
	臺灣鈍頭蛇	3	2
劍蛇科	黑頭蛇	0	4
蝮蛇科	瑪家山龜殼花	8	0
	赤尾青竹絲	2	1
閃鱗蛇科	臺灣標蛇	4	1
Jaccard's Coefficient			0.411765

\*註：本表分類參考 Zaher et al. 2019

表二十、本計畫與陳韋翰 2010 年文獻蜥蜴物種相似度比較

科	中名	2007-2009(隻次)	2022(隻次)
飛蜥科	黃口龍蜥	10	5
蛇蜥科	哈特氏蛇蜥	4	5
石龍子科	臺灣滑蜥	13	1
	印度蜓蜥	69	41
	麗紋石龍子	101	1
Jaccard's Coefficient			1

表二十一、本計畫與陳韋翰 2010 年文獻蛙類物種相似度比較

科	中名	2007-2009(隻次)	2022(隻次)
蟾蜍科	盤古蟾蜍	258	37
赤蛙科	梭德氏赤蛙	200	15
	拉都希氏赤蛙	620	42
	腹斑蛙	22	0
	斯文豪氏赤蛙	3	0
樹蛙科	莫氏樹蛙	29	0
Jaccard's Coefficient			0.428571

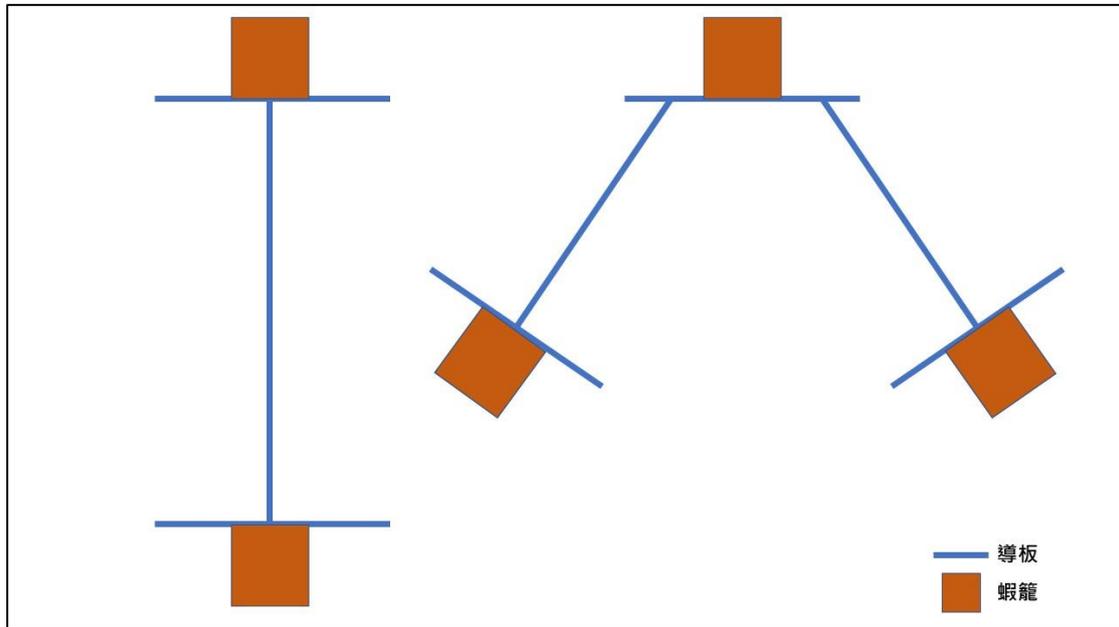
表二十二、採集現場溫度測量

日期	類別	路面	路肩(上)	路肩(下)	邊坡(上)	邊坡(下)
111/7/20	金絲蛇活體	25.7	25	24.7	25.2	25.7
111/7/27	金絲蛇 RK	24.8	25.1	24.8	24.7	25
111/8/18	金絲蛇 RK	21.5	19.1	19.8	19.5	19.7
112/8/23	金絲蛇活體	22(林下)				

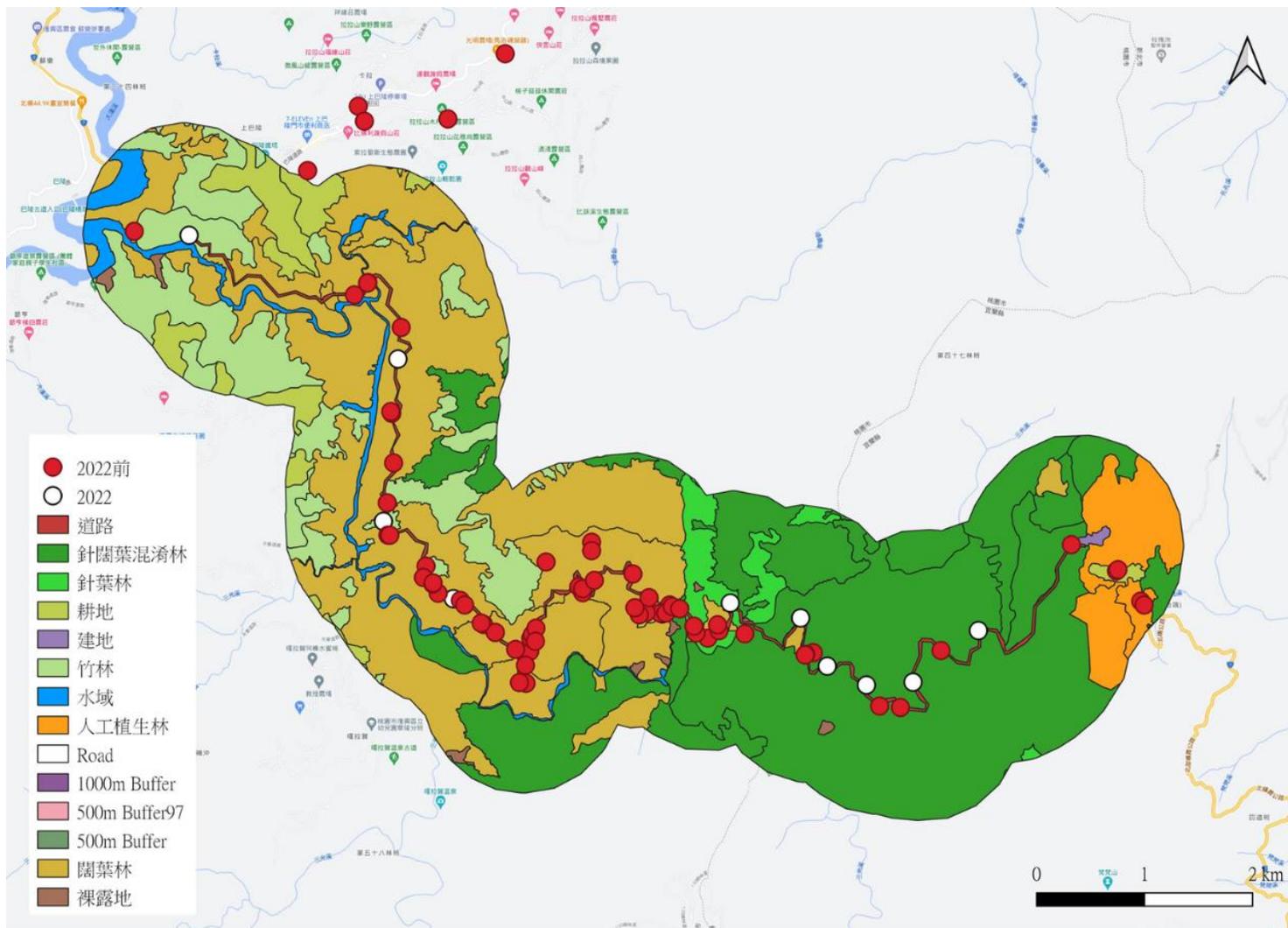
\*註：單位為攝氏(°C)



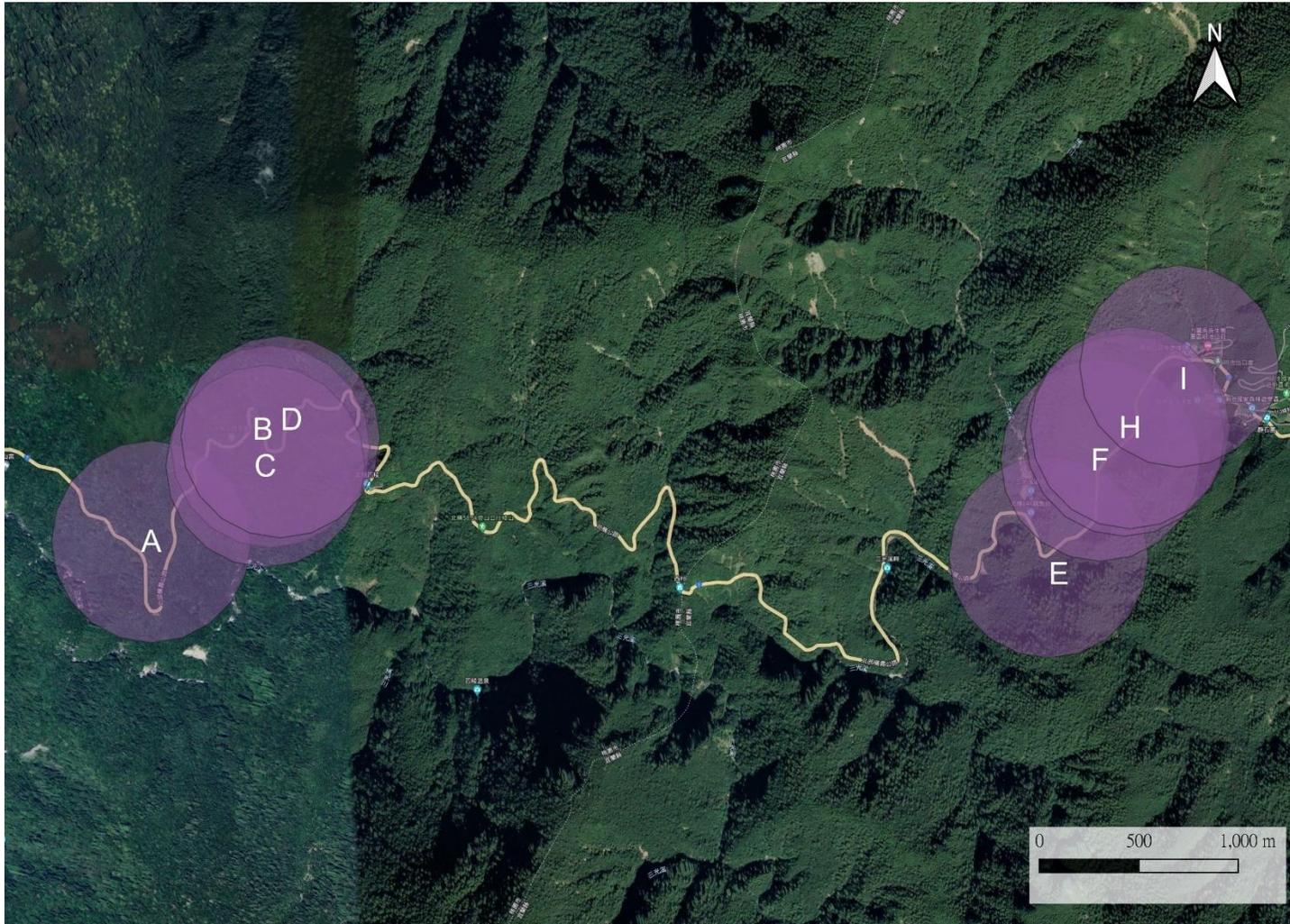
捌、附圖



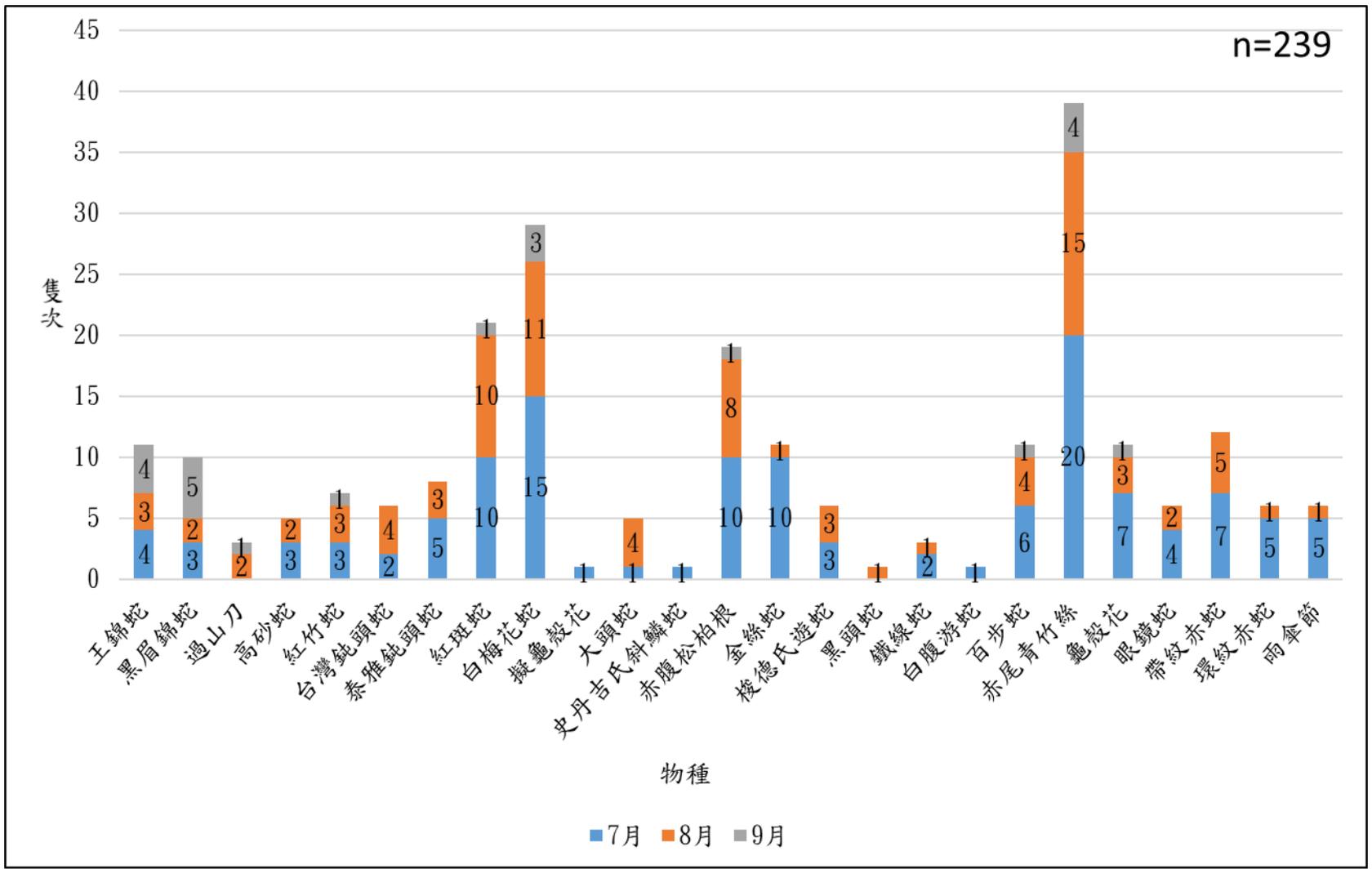
圖一、導板與蝦籠複合之集井式陷阱示意圖。



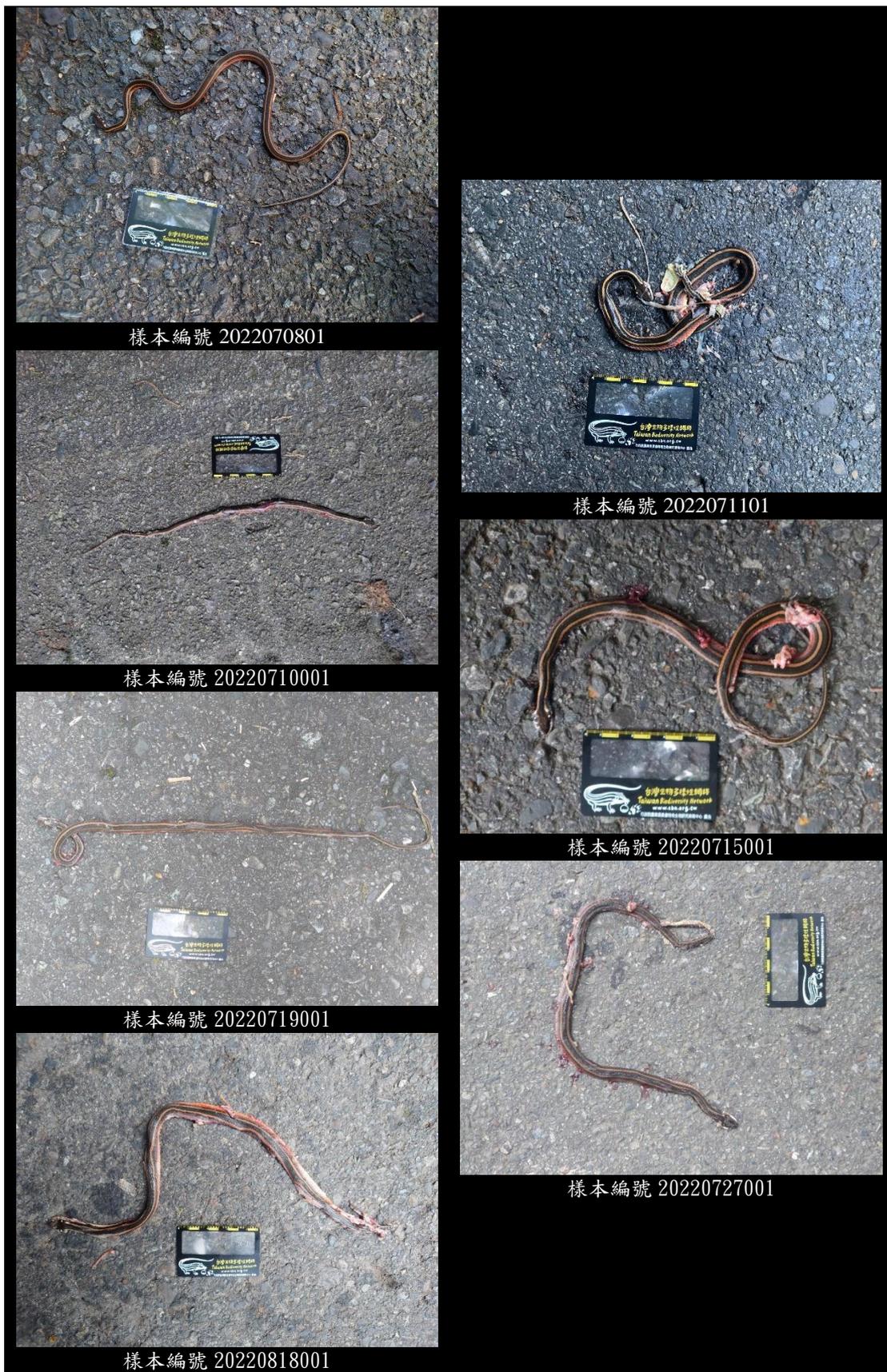
圖二、金絲蛇點位及週遭植群。2022 共有 10 個點位(白)，2022 前共有 76 個歷史點位(紅)。



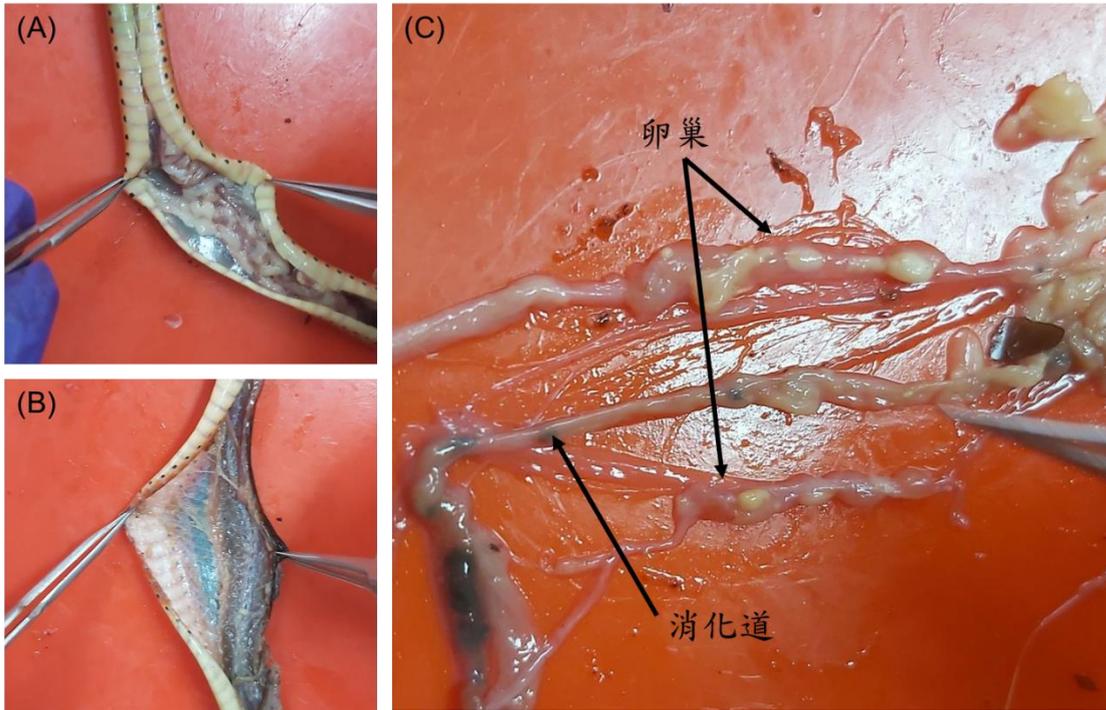
圖三、北橫公路巴陵-明池段樣區陷阱分布區域。



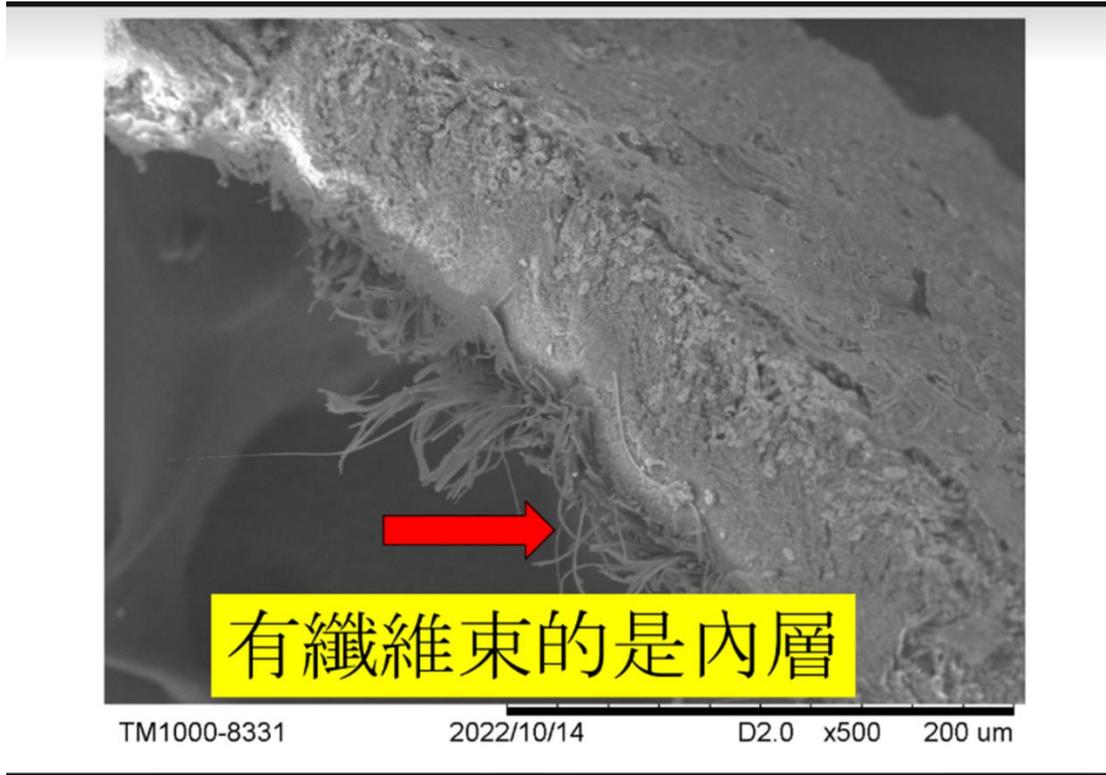
圖四、111年7至9月北橫公路巴陵-明池段蛇類路殺隻次紀錄。



圖五、金絲蛇路殺個體照片。



圖六、金絲蛇路殺個體解剖。(A)脂肪豐富之個體。(B)幾乎無脂肪之個體。(C)金絲蛇之成熟卵巢及消化道。



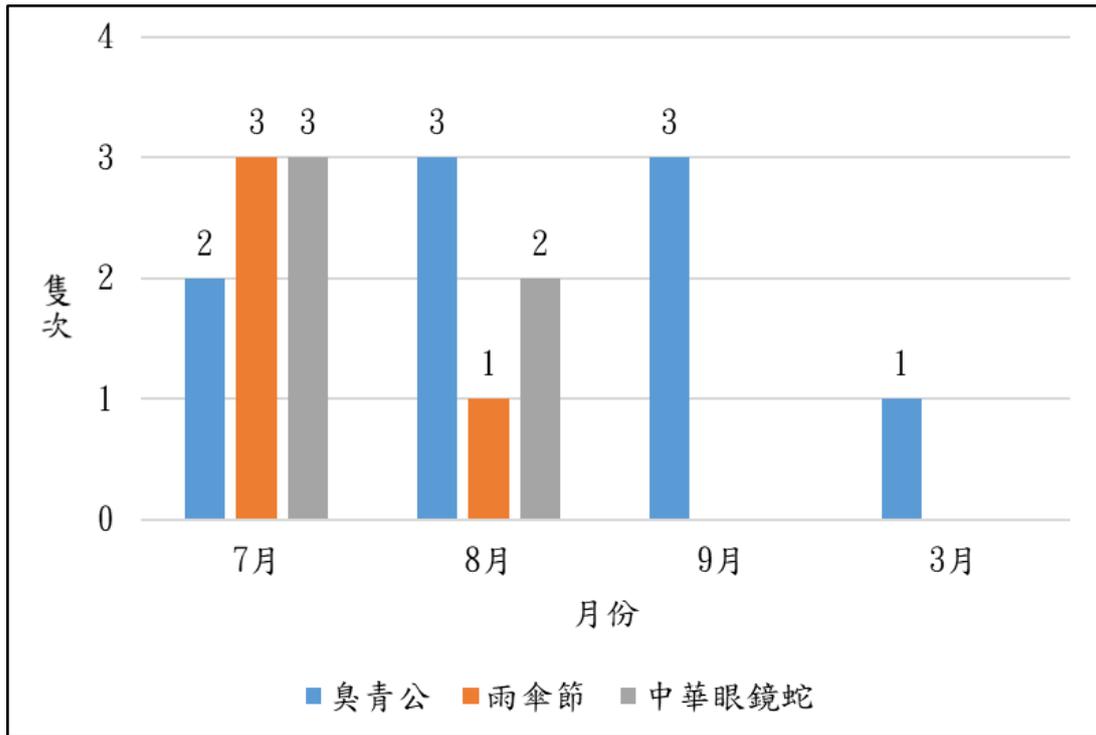
圖七、金絲蛇蛋殼標本之掃描式電子顯微鏡影像。



圖八、金絲蛇體內寄生蟲之照片。



圖九、自動相機設置相關照片。



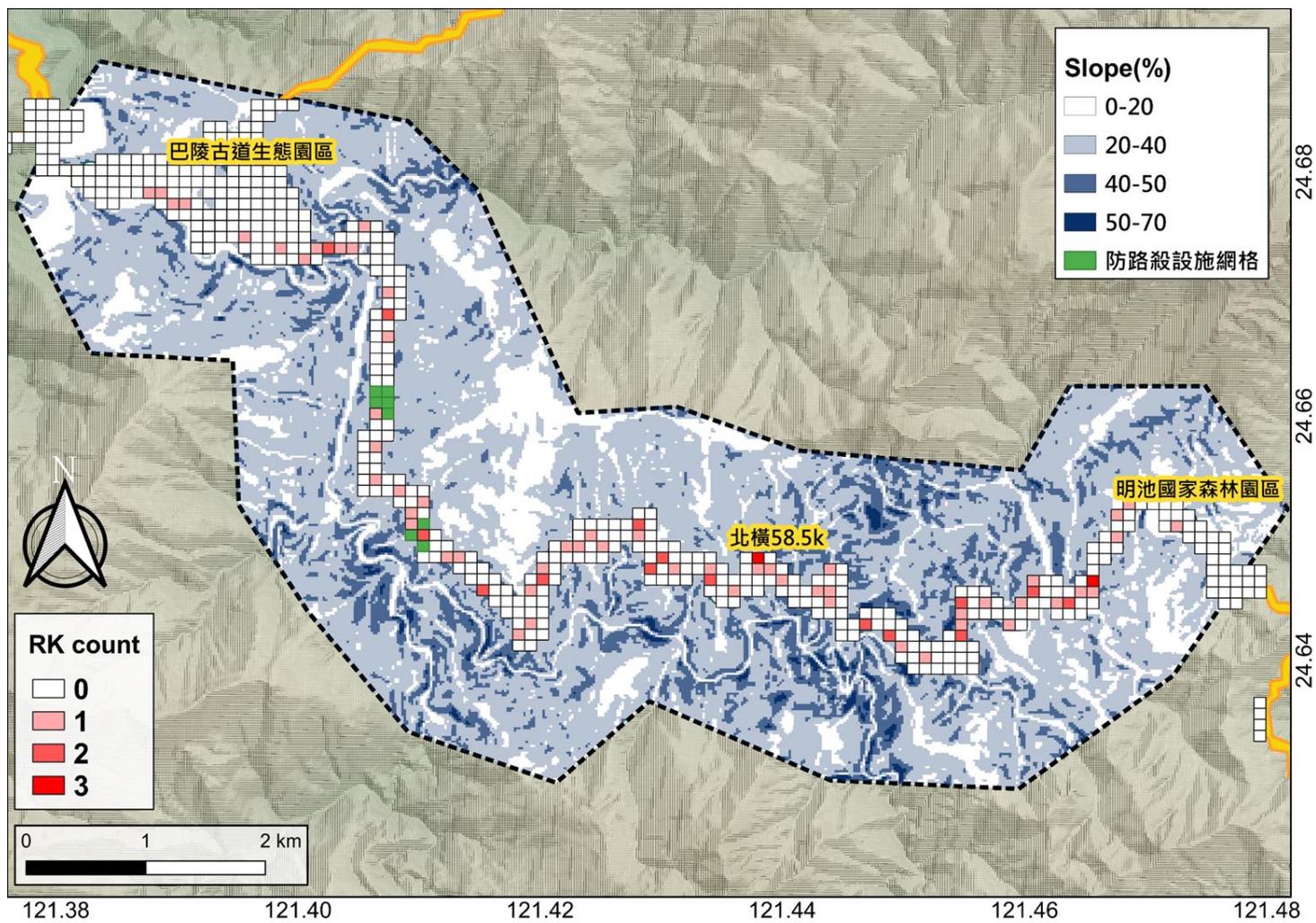
圖十、111年7月至112年6月北橫公路巴陵-明池段非原生物種蛇類隻次。



圖十一、北橫公路巴陵-明池段非原生物種臭青公體內之寄生蟲。



圖十二、吻端明顯磨傷之放生個體臭青公獵食印度蜓蜥。



圖十三、111年7-10月北橫公路巴陵-明池段蛇類路殺與防路殺導板措施相對位置。



印度蜓蜥



梭德氏赤蛙



盤古蟾蜍、拉都希氏赤蛙



白腹游蛇



哈特氏蛇蜥



黃口攀蜥



圖十四、111年9月、112年3至10月陷阱捕獲物種照片。





圖五、111年7月導板式蝦籠陷阱樣點現勘照片。



圖十六、導板式蝦籠陷阱架設照片。



圖十七、光華道路及武道能敢道路之樣區選擇。



圖十八、毀損之防路殺導板及可能成為生態陷阱之竹筒。

## 附件

### 附件一、林務局(現林業署)111年金絲蛇保育研究計畫工作會議之會議記錄

#### 林務局 111 年「金絲蛇保育研究計畫」工作會議

##### 會議紀錄

壹、時間：111 年 11 月 14 日下午 3 時 00 分

貳、地點：本局 8 樓會議室

參、主持人：羅組長尤娟

紀錄：曾建仁

肆、出席單位及人員：詳如簽到單

伍、討論事項

案由：有關金絲蛇保育研究計畫目前成果及後續辦理規劃，提請討論。

說明：

一、本案委託藍灣生態股份有限公司辦理北橫區域金絲蛇保育研究計畫，辦理下列工作：

1. 建立瀕危物種保育工作平台進行路殺及路面活體出沒調查，確認北部橫貫公路沿線地區金絲蛇族群之路殺高峰時間及地點。
2. 調查北部橫貫公路沿線區域外來種食蛇性蛇類之食性，釐清食蛇性蛇類獵食金絲蛇之狀況。
3. 進行北橫沿線區域金絲蛇之個體辨識、族群現況及基礎生物學調查。
4. 調查北部橫貫公路沿線區域金絲蛇之食物資源。
5. 綜整以上調查成果，提出北部橫貫公路沿線區域金絲蛇族群威脅相關改善建議。

二、計畫自 111 年 6 月 30 日執行至目前，已發現 8 隻路殺個體及活體 3 隻，其分布情形及調查成果與保育建議評估，請藍灣生態股份有限公司進行簡報說明。

三、今(111)年北橫因天災導致道路封閉，原規劃之調查樣區無法通行，爰需調整調查樣區以為因應。另計畫調查時間至 112 年 6 月 29 日止，恰為金絲蛇出沒旺季中段，為使調查產生最大效益，有無延長調查工作之必要，併請與會學者專家評估建議。

決議：

- 一、報告內容洽悉。

二、請藍灣生態股份有限公司：

1. 未來簡報呈現時，可參考與會專家學者意見，如圖表配對比色、排序等，及物種名稱宜採臺灣常見之名稱。
2. 與公路總局第一養護工程處聯繫，洽詢是否能提供北橫崩塌地點空拍影像，以便後續樣點選擇及調查規劃參考。
3. 持續蒐集北橫沿線路殺熱點、交通重點時段、周遭環境及人工構造物等資訊，並與現有路殺防治措施點位進行套疊分析，完成具體路殺防治改善建議報告，以提供本局與相關機關商討保育措施之重要參考依據。

三、目前金絲蛇保育研究範圍多為新竹處轄區，請主辦單位通知新竹處需將相關議題納入新竹處線網平臺，倘召開相關會議時邀請金絲蛇保育研究計畫執行團隊及相關單位與會。

四、請主辦單位提醒各縣市政府，務必督導轄內滋擾性蛇類處理執行單位，進行本土蛇類野放作業時應注意不同蛇種適合之棲地環境、生存海拔等生態習性，避免造成生態危害。

五、倘今年因天災導致北橫道路封閉，原規劃調查樣區無法通行，執行單位規劃調查北橫周邊光華及武道能取道路，經與會專家評估亦屬歷史分布熱區，爰本局同意執行單位調整調查樣區以為因應。

六、經與會專家建議，本案計畫期程至 112 年 6 月 29 日止，調查無法涵蓋金絲蛇主要活動季節甚為可惜，又基礎生物學資料、生態需求、族群分布及所需棲地類型等資料依然極度缺乏，若僅本年度調查成果恐不足以擬定具成效之保育策略，宜展延計畫執行，以利取得 112 年完整活動季節生態資料，並可研擬以 3 年為期之金絲蛇監測研究。

陸、臨時動議：無。

柒、散會：17 時 15 分。

附件二、會議簽到表

行政院農業委員會林務局

111年「金絲蛇保育研究計畫」工作會議

簽到單

一、時間：111年11月14日下午3時00分

二、地點：本局8樓會議室

三、主持人：羅組長尤娟

羅尤娟

四、出席單位及人員：

單位	姓名	職稱	簽名處
國立宜蘭大學	毛俊傑	助理教授	毛俊傑
臺北市立動物園	陳賜隆	研究員	陳賜隆
行政院農業委員會 林務局	鄭伊娟	科長	鄭伊娟
	曾建仁	技士	曾建仁
	邱國皓	技士	邱國皓
	謝典修	計畫助理	謝典修
藍灣生態股份有限公司	徐偉傑	負責人	徐偉傑

## 進度

重要工作項目	111 年度						112 年度											
	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
研究樣區及方法的確立	*	*																
路殺及路面活體出沒調查		*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
境內外來種食蛇性蛇類食性調查		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
金絲蛇族群現況及基礎生物學調查			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
食物及掠食者調查			*	*														
光華-武道路面活體及路殺調查					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
光華-武道食物(蛙類)資源調查					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
金絲蛇卵殼檢視		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
金絲蛇寄生蟲調查		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
北橫主線車流量調查											*	*	*	*	*	*		
資料整理分析										*	*	*	*	*	*	*		
期初審查		*																
期中審查							*											
第二次期中審查												*						
期末審查																	*	*
結案報告																	*	*