

台江國家公園陸域兩棲爬蟲類生態資源基礎調查

台江國家公園委託辦理報告

中華民國 107 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

台江國家公園陸域兩棲爬蟲類生態資源基礎調查

受委託者：中華民國環境教育學會

研究主持人：莊孟憲

協同主持人：張原謀

研究助理：宋紹民、黃議新

台江國家公園委託辦理報告

中華民國 107 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

目次

目次.....	I
表次.....	III
圖次.....	V
摘要.....	VII
第一章 緒論	1
第一節 計畫緣起與背景.....	1
第二章 計畫工作項目與預期目標	5
第三章 研究與調查方法	7
第一節 台江國家公園及週緣地區兩棲爬蟲之文獻回顧.....	7
第二節 兩棲爬蟲種類、分布、相對豐富度及其利用之棲地類型等基礎資料..	7
第三節 探討園區陸域兩棲爬蟲資源特色及乾濕季變化.....	17
第四節 提出台江國家公園兩棲爬蟲監測標準作業程序.....	17
第五節 研擬台江國家公園兩棲爬蟲經營管理策略.....	17
第四章 調查結果與討論	19
第一節 台江國家公園及週緣地區兩棲爬蟲之文獻回顧.....	19
第二節 兩棲爬蟲種類、分布、相對豐富度及其利用之棲地類型等基礎資料	23
第三節 探討園區陸域兩棲爬蟲類資源特色及乾、濕季變化.....	68
第四節 提出台江國家公園兩棲爬蟲類監測標準作業程序.....	74
第五節 研擬台江國家公園兩棲爬蟲類經營管理策略.....	78
第五章 結論與建議	81
第一節 結論.....	81
第二節 建議.....	84
第六章 參考資料	87
附錄一 穿越線起訖經緯度座標 (WGS 84)	91
附錄二 兩棲爬蟲調查記錄表	97
附錄三 龜鱉類調查記錄表	99
附錄四 龜甲編碼方式	101
附錄五 台江國家公園外來入侵種亞洲錦蛙的相關報導	103
附錄六 台江國家公園斑龜遭路殺的兩篇報導	105

附錄七 台江國家公園兩棲爬蟲類監測標準作業詳細流程	107
第一節 兩棲爬蟲類常用的監測方法	107
第二節 監測樣區劃設與執行規範	113
第三節 斑龜調查與標記標準作業流程	129
附錄八 中國文化大學巫奇勳副教授對於台江國家公園兩棲爬蟲類資源經營管理建議.....	136
附錄九 東海大學關永才特聘教授對於台江國家公園兩棲爬蟲類資源經營管理建議.....	138
附錄十 期中審查會議審查意見答覆對照表	140
附錄十一 期末審查會議審查意見答覆對照表	146

表次

表 1、掉落式與龜鱉目陷阱設置之地點	13
表 2、不同分析方法對於土地利用的分類標準	15
表 3、各個競爭模式所代表的假說	16
表 4、台江國家公園與週緣地區文獻記錄之爬蟲類物種	19
表 5、台江國家公園與週緣地區文獻記錄之兩棲類物種	21
表 6、台江國家公園及週緣地區所調查到的兩棲類動物	25
表 7、台江國家公園及週緣地區所調查到的爬蟲類動物	26
表 8、掉落式陷阱調查結果	54
表 9、各樣點設置之魚籠陷阱之基本資料與捕捉到的斑龜數量與捕捉效率	55
表 10、雄性斑龜型質測量結果	57
表 11、雌性斑龜型質測量結果	58
表 12、各物種競爭模式的模式選擇	63
表 13、各物種棲地佔有率及偵測率的模式平均估算值	66
表 14、居民訪談紀錄表	67
表 15、2018 年 3 月到 11 月台江國家公園及週緣地區氣候資料	70
表 16、不同月份的兩棲類調查種類及個體數目	71
表 17、不同月份的爬蟲類調查種類及個體數目	72
表 18、兩棲類出現的網格及鳴叫計數的比較結果	73

圖次

圖 1、台江國家公園兩棲爬蟲類調查網格與陷阱設置位置	8
圖 2、台江國家公園分區圖	9
圖 3、掉落式陷阱與魚籠陷阱設置	14
圖 4、網格土地利用圖層與衛星影像 NDVI 圖層	15
圖 5、台江國家公園及其週緣地區的小雨蛙分布與鳴叫最大等級	29
圖 6、台江國家公園及其週緣地區的亞洲錦蛙分布	29
圖 7、台江國家公園及其週緣地區的虎皮蛙分布與鳴叫最大等級	30
圖 8、台江國家公園及其週緣地區的澤蛙分布與鳴叫最大等級	31
圖 9、台江國家公園及其週緣地區的貢德氏赤蛙分布與最大鳴叫等級	32
圖 10、台江國家公園及其週緣地區的黑眶蟾蜍分布與最大鳴叫等級	33
圖 11、台江國家公園及其週緣地區的中國樹蟾鳴叫分布	34
圖 12、在台江國家公園及其週緣地區發現眼鏡蛇和雨傘節的網格	35
圖 13、在台江國家公園及其週緣地區發現花浪蛇和王錦蛇的網格	36
圖 14、在台江國家公園及其週緣地區發現青蛇和南蛇的網格	37
圖 15、在台江國家公園及其週緣地區發現赤背松柏根和紅斑蛇的網格	37
圖 16、在台江國家公園及其週緣地區發現細紋南蛇的網格	38
圖 17、在台江國家公園及其週緣地區發現鉤盲蛇的網格	39
圖 18、在台江國家公園及其週緣地區發現疣尾蝎虎和無疣蝎虎的網格	40
圖 19、在台江國家公園及其週緣地區發現鉛山壁虎的網格	41
圖 20、在台江國家公園及其週緣地區發現蓬萊草蜥的網格	42
圖 21、在台江國家公園及其週緣地區發現多線真稜蜥與長尾真稜蜥的網格	44
圖 22、在台江國家公園及其週緣地區發現印度蜓蜥的網格	44
圖 23、在台江國家公園及其週緣地區發現中華鱉及斑龜的網格	45
圖 24、在台江國家公園及其週緣地區發現路殺的總次數	47
圖 25、網格內調查到的兩棲爬蟲種類數	50
圖 26、網格內調查到兩棲類的總物種數	51
圖 27、網格內調查到的爬蟲類總物種數	52
圖 28、掉落式陷阱捕捉到的兩棲爬蟲類	56
圖 29、網格內土地利用分析結果	61
圖 30、網格內不同土地利用分類的面積	62
圖 31、物種群聚資料與土地利用資料對應分析結果	62
圖 32、台江國家公園 2018 年 3 月到 11 月氣候圖	69
圖 33、路殺標本寄件標準流程	125
圖 34、APP 回報介面與使用說明	125
圖 35、魚籠內擺放飼料與寶特瓶	131

圖 36、雄性斑龜泄殖腔位置與雌性斑龜泄殖腔位置133

摘要

關鍵詞：無尾目、有鱗目、資源調查、分布變化、蛙類、龜鱉目、蛇類

一、計畫緣起

台江國家公園成立至今將近 10 年，對於區域範圍內已有許多生物資源的調查研究成果，然而兩棲爬蟲動物相調查研究報告相對較為缺乏，因此，因應國家公園自然資源保育經營管理之所需，有必要針對國家公園內兩棲爬蟲動物進行確認與詳細調查。另外，台江國家公園位處西南沿海，多處水體含有鹽分，可能會對於生存在此處的兩棲爬蟲產生鹽度壓力，影響到沿海地區的兩棲爬蟲的分布與數量。本計畫目的旨在瞭解台江國家公園內的兩棲爬蟲類生物種類、分布現況及生態保育上所面臨的問題，並提出日後台江國家公園管理處進行監測與管理之建議。

二、調查方法及過程

本計畫將台江國家公園境內陸域範圍以 500 × 500 m 的尺度劃設網格，並於網格內設置穿越線。於 2018 年 3 月至 11 月間利用目視調查法、鳴叫計數法、路殺調查法，以及掉落式與魚籠兩種陷阱調查等，進行台江國家公園兩棲爬蟲動物的分布、豐富度與季節變化等資料收集。

三、重要發現

調查結果共記錄 12 科 26 種兩棲爬蟲動物，其中兩棲類共 4 科 6 種，爬蟲類共 8 科 20 種。物種豐富度較高的區塊位於管六（城西一般管制區）與管四（安南魚塢一般管制區）、管一（鹽水溪水域一般管制區）與管二（台江學園一般管制區）及管五（鹿耳門溪沿岸一般管制區）接近安清路一段。爬蟲動物以蛇類

調查到最多種類，數量上則是壁虎科的疣尾蝎虎數量最多，棲地佔有率 (occupancy rate) 也最高；兩棲類以澤蛙調查到最多，棲地佔有率也最高。

兩棲類在乾、濕季的種類數和個體數變化較為明顯，濕季時兩棲類不論種類或數量都明顯變多，推測這些兩棲類的繁殖活動可能和降雨有關。此外，爬蟲類壁虎科的疣尾蝎虎和石龍子科在濕季和濕季後的 9 月，有觀察到比較多的個體。但在龜鱉目和蛇類的數量和種類，在乾季或濕季之間的差異不大，蛇類可能是受到溫度的影響，從 5 月開始蛇類被調查到的個體數開始增加，龜鱉目的個體數多寡則可能是受到生殖季的影響。

另外，本次調查發現的外來入侵種亞洲錦蛙是過去文獻尚未記錄的物種，需要後續的監測與關注。路殺調查發現，發生路殺次數最多的地方集中在安清路與安義路口交界處，其次為府安路七段的 163 號網格與四草大道 438 巷的 158 號網格及安清路一段的 83、84 號網格，被路殺的物種主要為龜鱉目。

四、主要建議事項

根據本調查之結果，針對台江國家公園境內之兩棲爬蟲類生態資源後續之經營管理等事項，提出下列具體建議。以下從立即可行之建議和中長期性建議加以列舉：

立即可行建議

建議一

台江地區常見兩棲爬蟲摺頁或圖鑑製作。本計畫目前已調查出 12 科 26 種兩棲爬蟲動物，也有其分布資料，建議可以透過兩棲爬蟲圖鑑或摺頁製作來介紹台江常見之兩棲爬蟲。

建議二

台江國家公園位處西南沿海，多處水體含有鹽分，可能會對於生存在此處的兩棲爬蟲產生鹽度壓力，影響到沿海地區的兩棲爬蟲的分布與數量。因此，了解這些物種在台江國家公園範圍內是如何適應與生存在鹽水環境是有趣且可以後續延伸的研究，並可提供台江國家公園管理處進行相關解說設施規劃之參考。

建議三

成立兩棲爬蟲調查小組，並且定期舉辦人員培訓。針對本計畫建議之區域，每年進行例行性的調查，方式可以簡化，由志工或巡查人員執行。調查熱點範圍包括管一（鹽水溪水域一般管制區）與管二（台江學園一般管制區）的 163、165、167、171 號網格，管五（鹿耳門溪沿岸一般管制區）的 83、84、86、87、88 號網格以及管六（城西一般管制區）、管四（安南魚塢一般管制區）與特四（安南沿岸保安林區）的 97、98、105、112 號網格。

建議四

本次調查在台江地區發現外來入侵種的亞洲錦蛙，目前分布僅侷限於管三（城西保安林區），未來需要持續監測並留意亞洲錦蛙出現區域，防亞洲錦蛙溢散在台江其他地區，並且開始著手規劃防治，以防日後大量擴散。

中長期性建議

建議一

建議往後的 3-5 年執行一次全部網格的兩棲爬蟲類複查，並且由專業的團隊進行調查。而樣區網格的劃設，可延續本調查計畫所劃設的範圍，以利長期資料的累積。

建議二

本次調查也發現兩棲爬蟲動物的路殺熱點在安清路一段的 83、84 號網格與安清路及安義路的交界處，其中以龜鱉目的中華鱉及斑龜的路殺發生次數最多。而安清路屬於通往焚化廠區聯外道路，建議相關單位能夠設置適當的改善措施；例如，設置告示牌或解說牌，並加強宣導附近居民及焚化廠員工，降低在安清路上的行駛車速，以減少對野生動物的危害。

建議三

本年度調查發現多線真稜蜥在台江國家公園廣泛分布且數量不少，顯示多線真稜蜥在台江地區已經建立穩定的族群，如果要全面移除恐怕效果有限。本研究建議應持續監測追蹤多線真稜蜥在台江的分布範圍及族群數量變化。

第一章 緒論

第一節 計畫緣起與背景

計畫緣起

台江國家公園成立於民國 98 年，位於臺灣本島西南沿海，總面積約三萬九千公頃，陸域面積約五千公頃。園區包含台南曾文溪口北岸黑面琵鷺保護區、臺南市四草野生動物保護區兩個野生動物保護區；七股鹽田濕地與鹽水溪口濕地兩個國家級濕地；曾文溪口濕地、四草濕地兩個國際級濕地。陸域濕地原為台江內海，於十八世紀中期後，因泥沙淤積逐漸陸化 (李淑玲, 2006; 林俊全, 2012)。主要地理特徵為潟湖、沙灘、濕地及河口沙洲，沙洲和陸地相連，為初級演替形態，多為草澤地或木麻黃林間濕地，河道沙洲多為白茅型及鹽地鼠尾粟型草澤 (葉秋好, 2005)。

有關台江國家公園及週緣地區 (台南市安平區、安南區、七股區等) 兩棲爬蟲動物相及生物學資料較為缺乏，僅零星幾篇報告或文獻記載 (Chang et al., 2016; 林朝成 et al., 1998; 莊孟憲, 2005)。這些文獻多為名錄資料，或是在特定點上針對某些物種的研究論述。由於了解生物的分布與數量，特定範圍內的生物組成，甚至更進一步了解生物與棲地環境的關係，是後續基礎研究、應用研究、解說教育、經營管理與保育的基礎。因此，因應國家公園的自然資源保育經營管理之所需，有必要針對國家公園內兩棲爬蟲動物進行確認與詳細調查。

半淡鹹水與兩棲爬蟲

台江國家公園位處西南沿海，多處水體含有鹽分 (brackish water：指鹽度 0.5-30ppt 的水域)，可能會對於生存在此處的兩棲爬蟲產生鹽度壓力 (salinity stress)，因此可能影響到沿海地區的兩棲爬蟲的分布與數量 (Agha et al., 2018; Chang et al., 2016)。兩棲的生活史主要依賴淡水環境，無真正海生的種類。由於兩棲類在某些生活史階段無法離開水域，加上皮膚、卵膜通透性高，所以鹽度對於兩棲類而言，是重要的潛在生理障礙，在含有鹽分的水域下較難維持體內滲透壓平衡，甚至造成脫水死亡，因此，鹽度所形成的滲透壓力 (osmotic stress)，是限制兩棲類的分布與數量的重要因素之一 (Balinsky, 1981; Boutilier et

al., 1997; Hopkins & Brodie Jr, 2015; Karraker, 2007)。目前，在全世界現存的 7000 多種兩棲類中，僅有大約 144 種 (大約 2%) 可棲息或容忍半淡鹹水體 (Hopkins & Brodie Jr, 2015)。另外，比起兩棲類來說，龜鱉類使用半淡鹹水的比例較高。Agha et al. (2018)整理過去的文獻，發現 278 種現存的淡水龜鱉類中有 241 種有分布到海岸或河口地區 (coastline or estuary) 的紀錄，但是真正會使用或棲息於半淡鹹水環境的淡水龜鱉類僅有 70 種 (30%，10 科)。另外，在這 70 種淡水龜鱉類中，僅有 21 種是較常發現或紀錄到會棲息於半淡鹹水的物種。過去的研究發現，臺灣的中華鱉 (*Pelodiscus sinensis*) 與斑龜 (*Mauremys sinensis*) 有生存於含有鹽分環境 (Agha et al., 2018; Chen & Lue, 2010; Lee et al., 2006) 的紀錄，但是有關數量與分布，甚至生活的水體鹽度範圍的資料嚴重缺乏。棲息於半淡鹹水棲地的兩棲類爬蟲類，環境包括沙灘 (beaches)、潟湖 (lagoon)、鹹草澤 (salt marches) 或紅樹林沼澤 (mangrove swamp) 等 (Hopkins & Brodie Jr, 2015; Jena et al., 2013; Moreira et al., 2015; Pyke et al., 2002; Rios-López, 2008)。目前在台江國家公園的城西防風林發現 4 種棲息於海邊的蛙類-澤蛙 (*Fejervarya limnocharis*)、虎皮蛙 (*Hoplobatrachus rugulosa*)、小雨蛙 (*Microhyla fissipes*) 以及黑眶蟾蜍 (*Duttaphrynus melanostictus*)，而且發現他們會利用含有鹽分的水體繁殖 (1.05-7.25 ppt) (Chang et al., 2016)，顯示這些棲息於台江國家公園範圍的蛙類對於含有鹽分的水體已經具有相當程度的適應，但是對於其他兩棲爬蟲動物使用這些含有鹽分水體狀況的研究仍十分缺乏。

目前全球兩棲類正面臨族群衰退問題，其中棲地鹽化也是潛在危脅兩棲類生存的因素。造成棲地鹽化的原因如：不當施肥灌溉造成土壤鹽鹼化、養殖漁業超抽地下水使地層下陷、海水入侵含水層 (Kearney et al., 2012)。而全球暖化海平面上升，造成沿岸棲地鹽化，對生存在海岸邊的兩棲爬蟲動物都有不小的影響。過去發現在鹽度壓力下兩棲類的高溫耐受度會降低 (鄭郁潔, 2017)，顯示在全球暖化的情況下濱海的兩棲爬蟲動物可能要面對不僅高溫，還有鹽分壓力的衝擊。如何保育這些特殊自然資源是刻不容緩的重要課題，透過長期且全面的生物資源田野基礎調查，了解台江國家公園兩棲爬蟲動物的資源現狀及潛在面臨問題，對於主管單位掌控資源狀況，適時調整自然資源的經營管理策略，或將其調查結果產出，轉化為解說或環境教育之參考應用素材，均有其重要性。

外來入侵種

近十年來，全球皆開始意識到入侵種 (invasive alien species) 問題非同小可。當生物體已立足並擴散，並且對環境、經濟和 (或) 人類健康造成 (或可能造成) 損害的外來種，稱之為外來入侵種。根據「台灣外來入侵種資料庫」的紀錄，在臺灣，外來入侵的兩棲類包括 3 種：亞洲錦蛙 (*Kaloula pulchra*)、美國牛蛙 (*Lithobates catesbeianus*)、斑腿樹蛙 (*Polypedates megacephalus*)。入侵的爬蟲類包括 5 種：綠長鬣蜥 (*Physignathus cocincinus*)、紅耳泥龜 (*Trachemys scripta elegans*)、美洲綠鬣蜥 (*Iguana iguana*)、沙氏變色蜥 (*Anolis sagrei*)、多線真稜蜥 (*Eutropis multifasciata*)。有關外來入侵種兩棲爬蟲在台江國家公園的紀錄，目前僅知道多線真稜蜥已入侵台江 (衍生工程顧問有限公司, 2009)，但是對於多線真稜蜥的數量與分布則不清楚。另外，是否也有其他外來入侵種兩棲爬蟲類出現在台江國家公園範圍內也沒有相關資料。面對外來入侵種的管理，了解外來入侵種的清單與物種分布是後續進行管理、監測甚至移除的重要參考。

第二章 計畫工作項目與預期目標

本計畫預計建立台江國家公園陸域兩棲爬蟲類基礎生態資料，了解資源現況及潛在面臨問題，提出經營管理策略及兩棲爬蟲類監測標準作業程序，作為未來保育與監測之參考依據。工作項目與預期目標如下：

- (一)、台江國家公園及周緣地區兩棲爬蟲類之文獻回顧。
- (二)、建立台江國家公園陸域兩棲爬蟲類種類、分布、相對豐度 (richness) 及其利用之棲地類型等基礎資料。
- (三)、探討園區陸域兩棲爬蟲類資源特色及乾、濕季變化。
- (四)、提出台江國家公園兩棲爬蟲類監測標準作業程序。
- (五)、研擬台江國家公園兩棲爬蟲類經營管理策略。

第三章 研究與調查方法

第一節 台江國家公園及週緣地區兩棲爬蟲之文獻回顧

本計畫以 google 搜尋引擎、google scholar 搜尋引擎、臺灣碩博士論文知識加值系統，以「台江」、「安南」、「安平」、「七股」、「四草」、「兩棲」、「蛙」、「蟾蜍」、「爬蟲」、「蛇」、「蜥蜴」、「石龍子」、「蜓蜥」、「龜」、「鱉」等關鍵字進行文獻搜尋，收集相關環評報告、研究計畫成果報告、碩博士論文、國內外期刊論文、地方志等資料中有關台江國家公園及週緣地區的兩棲爬蟲文獻資料。

另外，輔以公民科學家調查成果，像是公民科學家調查成果（台灣動物路死觀察網、台灣兩棲類保育網）及特生中心台灣生物多樣性網絡（TBN），還有訪談資料等，彙整可能出現在台江國家公園範圍內之兩棲爬蟲類名錄，並與今年調查之資料進行比對討論。

第二節 兩棲爬蟲種類、分布、相對豐富度及其利用之棲地 類型等基礎資料

壹、物種分布調查

物種分布調查範圍包括台江國家公園及週緣地區。利用 google 圖層將台江國家公園內陸域範圍以 500 × 500 公尺的尺度劃設網格。網格中如無法進行調查或不適合進行兩棲爬蟲類調查的面積超過 1/2 者（現地條件扣除海域、潟湖、私有土地等），則不進行取樣。此外，為了增加台江國家公園更多元的棲地類型，因此增加台江國家公園外的網格 16 到 38 號。經探勘後台江國家公園陸域範圍內共有 171 個網格適合進行調查（圖 1），每個選取的網格中再依現地條件選擇一條 100 公尺的穿越線進行調查。穿越線起訖點資料請見附錄一。

從 3 月至 10 月，每 2 個月進行一次網格調查，共計 4 次，每次調查皆包含

台江國家公園陸域兩棲爬蟲類生態資源基礎調查

一次日間調查與一次夜間調查。調查使用目視調查法 (Visual encounter method)、鳴聲計數法 (Audio strip transects) (楊懿如 et al., 2008; 關永才 et al., 2004)、路殺調查 (Road-killed) 及陷阱 (Trapping) 等。日間調查於上午 9 點至下午 5 點進行，夜間調查晚上 7 點左右開始進行至凌晨 12 點左右，結束時間最晚不超過午夜 1 點。夜間調查以手持手電筒照射之方式，調查穿越線上之兩棲爬蟲動物。調查表格請參照附錄二。有關台江國家公園分區以圖 2 為主。

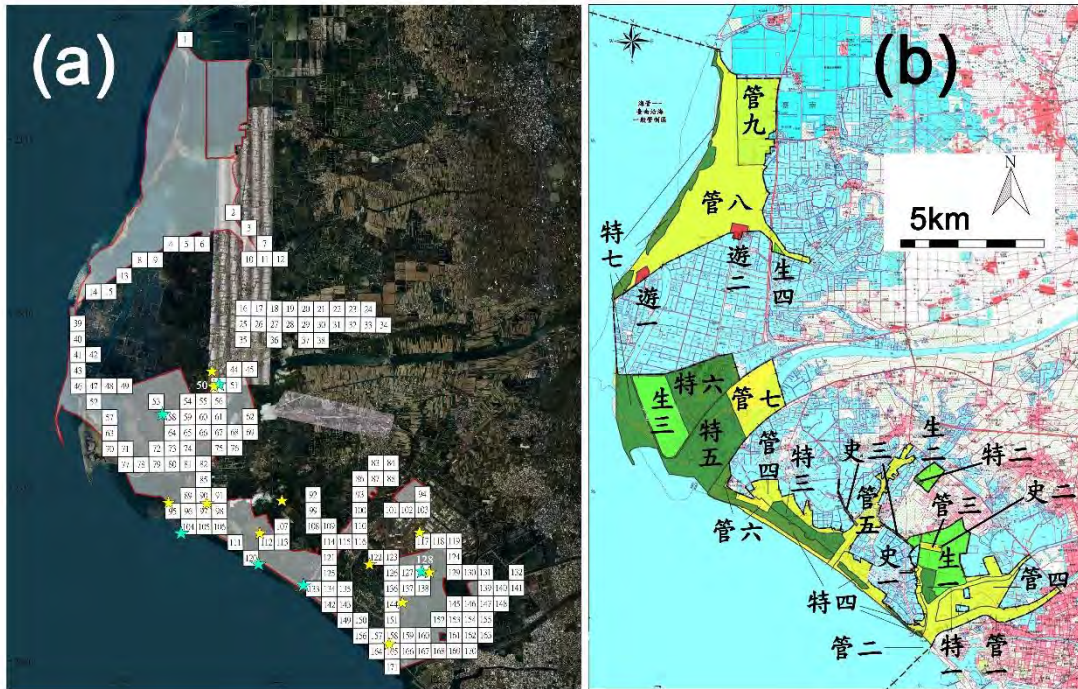


圖 1、台江國家公園兩棲爬蟲類調查網格與陷阱設置位置。圖(a)紅線條代表國家公園範圍。調查網格共 171 格，網格中數字為網格編號。藍色星號代表掉落式陷阱設置之位置。黃色星號代表調查龜鱉類的魚籠陷阱之位置。(b) 台江國家公園陸域分區圖。有關陸域分區詳細名稱參見圖 2。

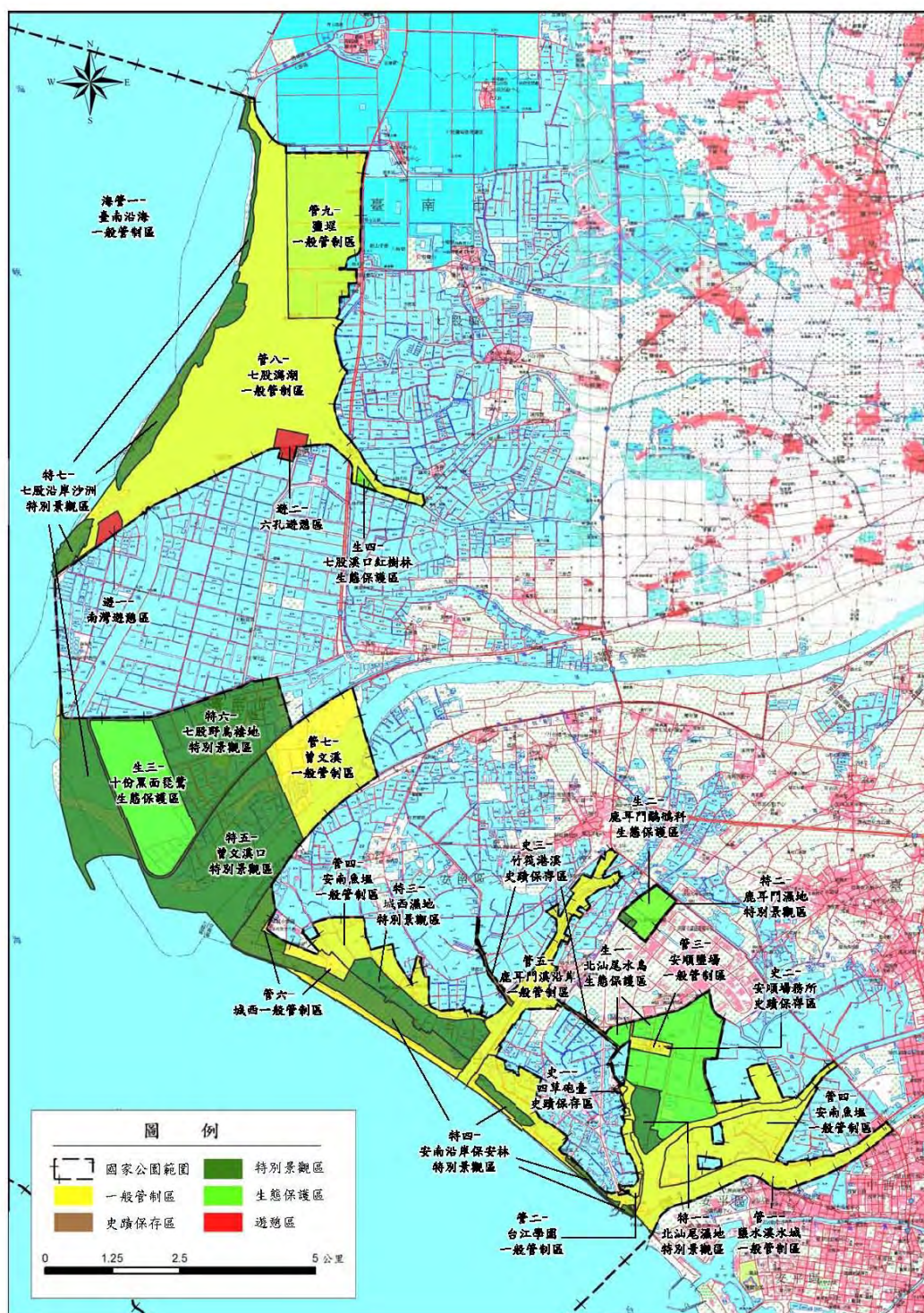


圖 2、台江國家公園分區圖

(資料來源：台江國家公園管理處)

一、穿越線目視調查

調查時，以徒步緩行的方式，走過所設的 100 公尺穿越線，針對兩棲爬蟲動物可能出沒的地點，如樹林底層、草叢、池塘、溝渠、溪澗與溪流等微棲地進行調查，並記錄沿線所目擊到的物種、隻數及出現地點等項目。另外，在調查時，曾經目擊到蛇蛻的紀錄，亦將其進行拍照、撿拾及後續鑑種。在穿越線進行調查時，若聽到兩棲爬蟲鳴叫則紀錄鳴叫資料。

由於兩棲類或部分爬蟲動物（守宮）可以透過鳴叫聲辨識物種，因此也以鳴叫計數法 (Audio strip transects, 以下簡稱 AST) 將聽到的種類數量記錄下來，用以瞭解物種組成與相對數量 (楊懿如 et al., 2008)。兩棲類的相對數量之指標：

- I：單一雄性鳴叫；
- II：2-5 隻雄性聚集鳴叫；
- III：6-10 隻雄性聚集鳴叫；
- IV：超過 10 隻雄性聚集鳴叫。

二、路殺調查

在進行 4 次的例行調查期間，若發現馬路上有被壓死之兩棲爬蟲動物，亦將進行其拍照、撿拾、鑑種及記錄。另外，在非例行調查期間，仍需前往台江國家公園進行掉落式陷阱與龜鱉目魚籠陷阱調查，或是記錄當地居民之回報資料，發現馬路上有被壓死之兩棲爬蟲動物，亦將進行其拍照、撿拾、鑑種及記錄，以做為兩棲類出沒及分布的依據之一。

三、掉落式陷阱與魚籠陷阱調查

為補足網格調查的不足，增加調查到兩棲爬蟲的機會，本調查輔以 6 處的掉落式陷阱(pitfall trap)與 11 處的魚籠陷阱調查(圖 3)。掉落式陷阱調查頻度為每兩個月進行一次，每次連續 4 天 3 夜，研究人員每天巡邏陷阱並記錄陷阱中

的物種及數目。調查樣區分別位於：鹽田文化村（網格編號 128，棲地類型：灌叢）、四草防風林（網格編號 133，棲地類型：森林）、城西防風林（網格編號 120、104，棲地類型：森林）、七股校區（網格編號 50，棲地類型：白茅草叢）及七股重要野鳥棲地（網格編號 58，棲地類型：森林），每個樣區設置 4 個掉落式陷阱，共設置 16 組掉落式陷阱（圖 1、表 1）。掉落式陷阱的設置至少離馬路步道 20 公尺，裝置係將塑膠水桶（直徑 230 mm × 高 273 mm）埋設於樣區地下，桶高至少 30 公分，桶口與地面同高，桶底鑽小孔以利排水，避免下雨時水桶盛水造成捕獲生物淹死或逃脫。每組陷阱包括 3 片高度 20 cm、長度 100 公分之圍籬，每組陷阱至少相距 10 公尺以上（圖 3a、b、c、d）。非調查期間，利用蓋子將陷阱緊密蓋住，避免動物誤中陷阱。調查研究完全結束後，將所有裝置移除，並將空洞填補回去。

魚籠式陷阱調查主要是針對龜鱉類爬蟲，調查從 2018 年 4 月開始到 11 月結束，每個月進行一次調查，共進行 8 次調查，每次調查 7 個樣點（因有些樣區經過調整，因此於圖 1 與表 9 呈現 11 處），每個樣點設置 4 個魚籠陷阱。第一次（4 月）調查時選定之樣點如下：鹽田文化村（網格編號 128，棲地類型：漁塭、潮溝）、本田路（網格編號 122，棲地類型：潮溝）、夢幻湖（網格編號 95，棲地類型：潮溝）、台管處（網格編號 165，棲地類型：漁塭）、安清路（非網格內，棲地類型：漁塭）、城西漁塭（網格編號 112，棲地類型：漁塭）、臺南大學七股校區（非網格內，棲地類型：潮溝）。因鹽田文化村、本田路與夢幻湖樣區的水體鹽度為純海水甚至高於海水 (>36 ppt) 且未捕獲個體，推測可能不適合淡水龜鱉類活動，在第二次調查時中止。第二次調查時新增三處調查樣點：科工區（網格編號 117，棲地類型：池塘）、四草大眾廟（網格編號 144，棲地類型：漁塭）與城西焚化廠（網格編號 97，棲地類型：林澤）。然而，科工區樣點一直到第五次（八月）調查均未捕捉到龜鱉類，因此於第六次調查中止。第六次調查時新增曾文溪堤岸（網格編號 50，棲地類型：漁塭）樣點。不過在第八次調查時，曾文堤岸樣區乾涸，因此沒有放置魚籠陷阱。魚籠陷阱設置時放入狗飼料（Classic Pets 加好寶狗乾糧 - 雞肉口味，Perfect Companion group Co., Ltd., Thailand）於陷阱內，來吸引龜鱉類進入陷阱。魚籠內也會放置空寶特瓶，使魚籠部分浮於水面上，避免捕捉到的龜鱉類溺斃（圖 3e、f）。每次調查時皆以鹽度計測量水體鹽度。每次調查連續進行 4 天 3 夜，每天巡邏陷阱並記錄陷阱中

的物種及數目。採集到之龜鱉類，立即進行公母、體重、背甲直線長 (Straight carapace length, SCL) 與背甲直線寬 (Straight carapace width, SCW) 之形質測量，並在龜甲的緣盾上以剝刀磨出刻痕作為個體標記(Cagle, 1939) 編碼方式請參考附錄四，接著就地野放。每次調查結束後會將魚籠收回。

四、調查資料彙整與分析

為了解本年度台江國家公園調查到的各兩棲爬蟲動物種類之空間分布概況，本研究將 4 次的網格調查中各種調查方法所收集到的各物種分布資料，以出現/未出現 (present/absent) 的格式來呈現物種分布資料。網格中的鳴叫等級以 4 次調查中記錄到的最高等級來代表。

掉落式陷阱與魚籠陷阱調查的捕獲效率，可以當成樣點的生物相對豐度 (relative abundance)，代表各選定樣區間的生物出沒狀況，其計算公式如下：各樣點捕獲到的生物相對豐度 = 各樣點捕獲之個體數 / (陷阱數 × 總捕捉天數)；(陷阱數 × 總捕捉天數)即調查所投入的努力量。

表 1、掉落式與龜鱉目陷阱設置之地點 (WGS 84)

編號	地點	緯度	經度	陷阱種類	分區使用
1	四草防風林(網格編號 133)	23.01927	120.11116	掉落式	一般管制區
2	城西防風林(網格編號 120、104)	23.03074 23.04026	120.09157 120.07159	掉落式	一般管制區
3	七股校區(網格編號 50)	23.081067	120.079194	掉落式	非國家公園內，但近管七(一般管制區)
4	鹽田文化村(網格編號 128)	23.0250000	120.1447222	掉落式	一般管制區
5	七股野鳥重要棲地(網格編號 58)	23.071668	120.065871	掉落式	特別景觀區
6	台管處(網格編號 165)	23.001968	120.133810	龜鱉目陷阱	一般管制區
7	鹽田文化村(網格編號 128)	23.0250000	120.1447222	龜鱉目陷阱	一般管制區
8	本田路 2 段(網格編號 122)	23.02849	120.12882	龜鱉目陷阱	非國家公園內，但近史三(史蹟保存區)
9	城西漁塭(網格編號 112)	23.0325972	120.0952472	龜鱉目陷阱	一般管制區
10	安清路(非網格內)	23.0466389	120.1003944	龜鱉目陷阱	非國家公園內，但近史三(史蹟保存區)
11	城西防風林(網格編號 95)	23.04381	120.06829	龜鱉目陷阱	一般管制區
12	七股校區 (非網格內)	23.0838889	120.0797222	龜鱉目陷阱	非國家公園內，但近管七(一般管制區)
13	科工區(網格編號 117)	23.03509	120.14226	龜鱉目陷阱	非國家公園內
14	四草大眾廟(網格編號 144)	23.01795	120.13496	龜鱉目陷阱	一般管制區
15	城西焚化廠(網格編號 97)	23.04117	120.07641	龜鱉目陷阱	一般管制區
16	曾文堤岸(網格編號 50)	23.079033	120.080101	龜鱉目陷阱	一般管制區



圖 3、掉落式陷阱，(a)鹽田文化村、(b)城西防風林、(c)四草防風林、(d)七股校區。魚籠陷阱設置，(e)魚籠內放置寶特瓶，(f)讓魚籠有部分浮於水面上。

貳、物種資料與樣點環境因子

一、對應分析 (Correspondence analysis, CA)

為瞭解網格內的棲地類型與兩棲爬蟲分布之間的關係，本研究以國土測繪中心於 2008 年繪製之土地利用圖層作為基礎，截取出調查樣區範圍，再配合台江國家公園 2017 年正攝影像圖以及 2015 年衛星影像圖層計算出 NDVI 圖層，再進一步估算出每個網格 (500m × 500m) 的棲地組成。本研究將樣區網格範圍內土地利用分成 7 種土地利用類型(表 2)。接著，將每個網格內所有穿越線目視調查法的紀錄中，不同物種所記錄到的最大個體數篩選出，刪除出現個體數小於 5 的物種以及刪除沒有出現任何物種的網格，再將各網格中物種群聚資料與土地利用資料作對應分析。

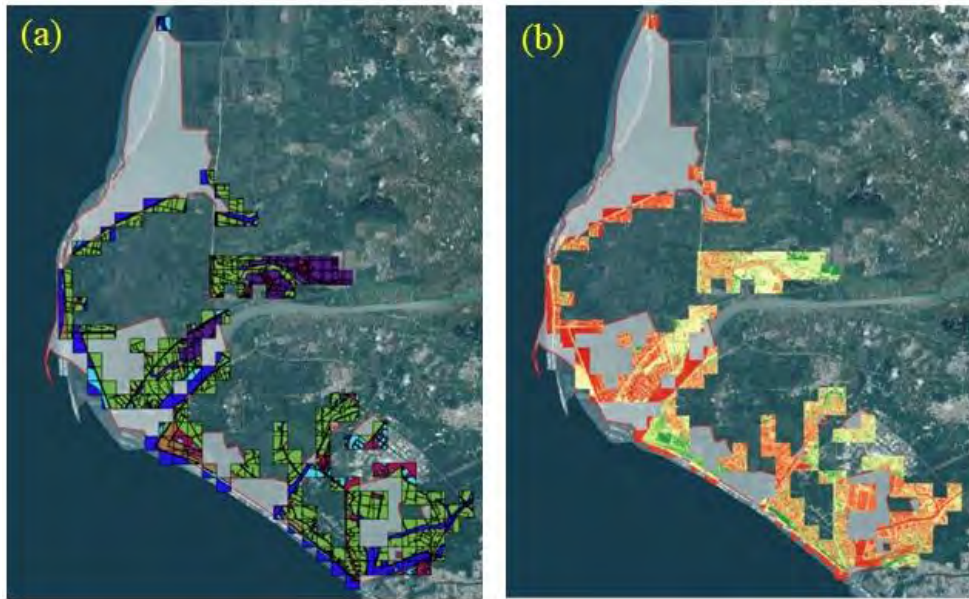


圖 4、網格中土地利用圖層(a)，衛星影像 NDVI 圖層(b)。

表 2、不同分析方法對於土地利用的分類標準

分析方式	棲地類型	代號	說明
Correspondence analysis	建地	BL	建築物、水泥河堤以及道路，等人工建物
	水域	WA	包含海域、潮溝、溪流、溝渠、排水溝等流動水域
	草生地	GL	為土地利用中的草生地
	荒地	AL	廢棄用地、裸露地等區域
	森林	WL	防風林區域
	農地	AG	包含部分水稻田、旱作等土地
	魚塭	F	土地利用分類中，屬於水產養殖的土地
Occupancy model	建地	BL	有道路(柏油或水泥)、房舍或其他人為建構物的區域
	水域	WA	包括潮溝、溪流、或靜水域區域
	草生地	GL	包含灌叢、高草地或低草地等區域
	荒地	AL	無人為管理利用，且植被稀疏或裸露的區域
	森林	WL	海岸林、木麻黃林或雜木林
	農地	AG	主要為旱作耕地
	其他	OT	瀉湖、海域、墳墓、步道、堤防、水溝、沙灘等其他無法歸類於上述類別中者

二、佔據模型 (occupancy model)

為了解該物種在台江國家公園範圍內的棲地佔有率 (occupancy rate)，以及佔有率受到哪些棲地型態的影響。針對目視遇測法調查到較多筆資料的兩棲爬蟲動物，轉化為網格內出現或未出現 (present/absent) 的資料類型。棲地類型分成 7 種類型 (表 2)，網格中棲地類型的百分比是以穿越線周遭的棲地組成為主，由調查員實地走訪時進行這 7 種棲地類型百分比之判斷，因此，分類方式與使用圖層分析所做出的 7 種土地利用分類類型有些許的差異。棲地佔有率的分析結果能夠用來代表該種兩棲爬蟲動物目前的族群狀態，作為族群長期監測的基礎。

由於每日的氣溫、降雨、濕度等天候條件都可能有差異，而天候常明顯影響兩棲爬蟲類的活動，也影響調查人員是否能夠發現動物的偵測率，因此在棲地佔據模式的估算中，以每次調查偵測率都不同的模式 ($p(t)$) 來進行估算；再加入 7 種棲地類別 (表 3) 在各個網格中所佔的比例，做為可能影響動物對於棲地佔有率 (ψ) 的因子，加上棲地佔有率可能不受任何環境因子的影響之模式 ($\psi(\cdot)$)，總共以 9 種競爭模式進行各物種棲地佔有率的估算，各物種在調查範圍中的棲地佔有率與偵測率以模式平均值的估算結果呈現。

表 3、各個競爭模式所代表的假說

競爭模式	假說
$\psi(\cdot), p(\cdot)$	棲地佔有率不受任何因子影響，且四季調查的偵測率固定。
$\psi(\cdot), p(t)$	棲地佔有率不受任何因子影響，而四季調查的偵測率有不同。
$\psi(BL), p(t)$	棲地佔有率受建地的比例影響，且四季調查的偵測率有不同。
$\psi(WA), p(t)$	棲地佔有率受水域的比例影響，且四季調查的偵測率有不同。
$\psi(GL), p(t)$	棲地佔有率受草生地的比例影響，且四季調查的偵測率有不同。
$\psi(AL), p(t)$	棲地佔有率受荒地的比例影響，且四季調查的偵測率有不同。
$\psi(WL), p(t)$	棲地佔有率受森林的比例影響，且四季調查的偵測率有不同。
$\psi(AG), p(t)$	棲地佔有率受農地的比例影響，且四季調查的偵測率有不同。
$\psi(OT), p(t)$	棲地佔有率受其他棲地的比例影響，且四季調查的偵測率有不同。

第三節 探討園區陸域兩棲爬蟲資源特色及乾濕季變化

為了探討兩棲爬蟲動物出現物種數之月變化量及各物種相對豐度之月變化量是否隨著氣溫或降雨的改變而改變。臺南市全境位於北回歸線以南，氣候屬副熱帶季風氣候與熱帶氣候的過渡帶，因此依照國際通用的柯本氣候分類法 (Köppen climate classification)，臺南屬於副熱帶氣候。另外，臺南因受季風及地形影響，具有明顯乾濕季，降雨多集中於五到九月夏季期間，佔全年降雨量 80% 以上，其他時期則為旱季 (台南市政府)。

本計畫以中央氣象局設立在台江國家公園及周緣地區的測站，包含七股、安南與安平區氣象站在計畫執行期間 (2018 年 3 月到 11 月) 所統計之溫度和雨量資料，包括平均氣溫、累積雨量和降雨日數資料，製作以月為單位的氣候圖 (climate diagram)，來和所調查到之兩棲爬蟲類各物種之數量進行比較。參考過去前人對於臺南氣候的分法，將季節分成乾、濕兩季來進行探討台江國家公園兩棲爬蟲物種之季節變化。

第四節 提出台江國家公園兩棲爬蟲監測標準作業程序

依據本年度調查成果，分析兩棲爬蟲類各類型之出現區域，提出日後台江國家公園可持續進行監測之策略，包含調查方法、調查地點、記錄方式。

第五節 研擬台江國家公園兩棲爬蟲經營管理策略

有鑑於兩棲爬蟲類涵蓋類型眾多，透過本計畫擬提出台江國家公園兩棲爬蟲類後續監測方式、未來可投入之環境教育方向和未來研究方向的經營管理策略，提供台江國家公園日後針對兩棲爬蟲類之經營管理參考。

第四章 調查結果與討論

第一節 台江國家公園及週緣地區兩棲爬蟲之文獻回顧

壹、物種名錄

統整過去的文獻資料發現，台江國家公園與週緣地區的爬蟲類共有 2 目(有鱗目、龜鱉目)8 科 25 種 (表 4)，兩棲類共有 1 目(無尾目)6 科 10 種 (表 5)。過去文獻記載的爬蟲類，除 22 種陸生與淡水爬蟲之外，也包括 3 種海蛇，分別是黑頭海蛇、青環海蛇及戈德福氏海蛇。這些物種名錄的來源包括：相關環評報告、研究計畫成果報告、碩博士論文、國內外期刊論文、地方志。

表 4、台江國家公園與週緣地區文獻記錄之爬蟲類物種

序號	中文名	學名	文獻出處
蝙蝠蛇科 Elapidae			
1	黑頭海蛇	<i>Hydrophis melanocephalus</i>	(林朝成 et al., 1998)
2	青環海蛇	<i>Hydrophis cyanocinctus</i>	(林朝成 et al., 1998)
3	戈德福氏海蛇	<i>Hydrophis ornatus godeffroyi</i>	(林朝成 et al., 1998)
4	兩傘節	<i>Bungarus multicinctus</i>	(林朝成 et al., 1998)
5	眼鏡蛇	<i>Naja atra</i>	(林朝成 et al., 1998)
黃頷蛇科 Colubridae			
6	王錦蛇	<i>Elaphe carinata</i>	(林朝成 et al., 1998) 張等人、路殺調查(2017)
7	臺灣黑眉錦蛇	<i>Orthriophis taeniurus friesi</i>	(林朝成 et al., 1998)
8	鉛色水蛇	<i>Enhydris plumbea</i>	(林朝成 et al., 1998)
9	赤腹游蛇	<i>Sinonatrix annularis</i>	(林朝成 et al., 1998)
10	草花蛇	<i>Xenochrophis piscator</i>	(林朝成 et al., 1998)
11	花浪蛇	<i>Amphiesma stolatum</i>	(台灣世曦工程顧問股份有限公司, 2017a, 2017b)

序號	中文名	學名	文獻出處
12	細紋南蛇	<i>Ptyas korros</i>	(林朝成 et al., 1998)
13	南蛇	<i>Ptyas mucosus</i>	(衍生工程顧問有限公司, 2009)
壁虎科 Gekkonidae			
14	鉛山壁虎	<i>Gekko hokouensis</i>	(林朝成 et al., 1998)
15	蛤蚧	<i>Gekko gecko</i>	(林朝成 et al., 1998)
16	無疣蝎虎	<i>Hemidactylus bowringii</i>	(林朝成 et al., 1998)
17	疣尾蝎虎	<i>Hemidactylus frenatus</i>	(林朝成 et al., 1998)
正蜥科 Lacertidae			
18	蓬萊草蜥	<i>Takydromus stejnegeri</i>	(衍生工程顧問有限公司, 2009)
石龍子科 Scincidae			
19	麗紋石龍子	<i>Plestiodon elegans</i>	(林朝成 et al., 1998)
20	長尾真稜蜥	<i>Eutropis longicaudata</i>	(林朝成 et al., 1998)
21	印度蜓蜥	<i>Sphenomorphus indicus</i>	(台灣世曦工程顧問股份有限公司, 2017a, 2017b)
22	多線真稜蜥	<i>Eutropis multifasciata</i>	(大港社區發展協會, 2012)
飛蜥科 Agamidae			
23	斯文豪氏攀蜥	<i>Japalura swinhonis</i>	(林朝成 et al., 1998)
鱉科 Trionychidae			
24	中華鱉	<i>Pelodiscus sinensis</i>	(林朝成 et al., 1998)
地龜科 Geoemydidae			
25	斑龜	<i>Mauremys sinensis</i>	(林朝成 et al., 1998)

表 5、台江國家公園與週緣地區文獻記錄之兩棲類物種

序號	中文名	學名	文獻出處
樹蛙科 Rhacophoridae			
1	日本樹蛙	<i>Buergeria japonica</i>	(林朝成 et al., 1998)
狹口蛙科 Microhylidae			
2	小雨蛙	<i>Microhyla fissipes</i>	(Chang et al., 2016; 林朝成 et al., 1998)
赤蛙科 Ranidae			
3	貢德氏赤蛙	<i>Rana guentheri</i>	(林朝成 et al., 1998; 莊孟憲, 2005) (張原謀個人觀察)
4	金線蛙	<i>Pelophylax fukienensis</i>	(林朝成 et al., 1998)
5	拉都希氏赤蛙	<i>Hylarana latouchii</i>	(林朝成 et al., 1998)
叉舌蛙科 Dicroglossidae			
6	澤蛙	<i>Fejervarya limnocharis</i>	(Chang et al., 2016; 台灣世曦工程顧問股份有限公司, 2017a, 2017b; 林朝成 et al., 1998; 莊孟憲, 2005)
7	虎皮蛙	<i>Hoplobatrachus rugulosa</i>	(Chang et al., 2016; 林朝成 et al., 1998)
8	福建大頭蛙	<i>Limnonectes fujianensis</i>	(林朝成 et al., 1998)
蟾蜍科 Bufonidae			
9	黑眶蟾蜍	<i>Duttaphrynus melanostictus</i>	(Chang et al., 2016; 台灣世曦工程顧問股份有限公司, 2017a, 2017b; 林朝成 et al., 1998)
樹蟾科 Hylidae			
10	中國樹蟾	<i>Hyla chinensis</i>	(台灣世曦工程顧問股份有限公司, 2017a, 2017b)

貳、其他相關學術研究

台江國家公園及鄰近地區共有 3 篇有關於兩棲爬蟲動物的學術報告，一篇為 2016 年發表在 *Herpetology Notes* 的文章，描述棲息於城西防風林中的蛙類的種類與牠們棲息棲地的鹽度範圍 (Chang et al., 2016)。另外兩篇為碩士論文，其中一篇名為「鹽度對生活在半淡鹹水蝌蚪高溫耐受度的影響」，部分澤蛙及小雨蛙蝌蚪採集自城西防風林，內容主要探討蝌蚪在逐漸升溫下的溫度生理，以及在鹽度壓力下的生理反應 (鄭郁潔, 2017)。而第二篇碩士論文名為「鹽度對不同族群澤蛙 *Fejervarya limnocharis* 蝌蚪存活、生長發育與變態特徵的影響」，部分澤蛙採集自城西防風林，內容主要探討生長在不同地區的澤蛙必須面對不同的鹽度壓力，因此不同族群間的澤蛙蝌蚪的生長發育表現及存活率是否出現區域性的適應 (local adaptation) (宋紹民, 2018)。

另外，張原謀、黃柏豪、籃浩維等人於 2017 年 5 月到 10 月間調查城西里安清路上被路殺的個體，發現被路殺的兩棲類包括澤蛙、虎皮蛙 2 種，被路殺的爬蟲類共 8 種，雨傘節、花浪蛇、草花蛇、王錦蛇、斑龜、蝎虎、長尾真稜蜥、多線真稜蜥 (張原謀，黃柏豪、籃浩維，私人通訊)。

第二節 兩棲爬蟲種類、分布、相對豐富度及其利用之棲地類型 等基礎資料

壹、兩棲爬蟲種類現況

本計畫共發現 12 科 26 種兩棲爬蟲動物。其中兩棲類共 4 科 6 種 (表 6)，爬蟲類共 8 科 20 種 (表 7)。

一、兩棲類

狹口蛙科有兩種，分別為小雨蛙與亞洲錦蛙，其中亞洲錦蛙屬於外來入侵種，且過去沒有相關文獻紀錄。赤蛙科有貢德氏赤蛙。叉舌蛙科有兩種，分別為澤蛙和虎皮蛙。蟾蜍科為黑眶蟾蜍。另外，我們在不屬於台江國家公園範圍內的週緣地區 (北棟榔) 發現中國樹蟾 (圖 11)。因此，如果在國家公園的範圍內，兩棲類共 4 科 6 種，若包含週緣地區 (北棟榔)，則為 5 科 7 種 (表 6)。過去文獻中有記載的金線蛙、福建大頭蛙、日本樹蛙與拉都希氏赤蛙，在本次調查中沒發現。

二、爬蟲類

蝙蝠蛇科有兩種，分別為雨傘節與眼鏡蛇。黃領蛇科有花浪蛇等 6 種，其中青蛇、紅斑蛇、赤背松柏根於過去之文獻中未被記錄過。盲蛇科有 1 種，為鉤盲蛇，於過去之文獻中未記錄過。壁虎科共 3 種，包括疣尾蝎虎、無疣蝎虎與鉛山壁虎。石龍子科共 3 種，包括長尾真稜蜥、印度蜓蜥與多線真稜蜥。正蜥科有 1 種，為蓬萊草蜥。鱉科有 1 種，為中華鱉。地龜科有 1 種，為斑龜 (表 7)。本研究發現的青蛇個體距離海邊直線距離約 2.7 km，經與路殺社資料庫及 TaiBIF 資料庫比對，發現該筆資料可能是臺灣西部地區青蛇離海邊最近的 1 筆記錄。此外，本研究團隊成員宋紹民於去

年 (2017) 在台江發現過紅斑蛇與細紋南蛇，雖然這兩種蛇類並非本計畫所發現之物種，但本團隊亦將此這兩筆紀錄放進此報告中，來佐證這兩種物種亦出現在台江國家公園範圍內。在過去文獻中有記錄但在本計畫未發現的物種包括黑眉錦蛇、鉛色水蛇、赤腹游蛇、蛤蚧、麗紋石龍子及斯文豪氏攀蜥。

表 6、台江國家公園及週緣地區所調查到的兩棲類動物（各英文代號所顯示的調查方法，分別為，VEM：目視調查法、RK：路殺調查、AST：鳴叫計數法）

科名	中文名	學名	VEM (隻數)	RK (隻數)	AST (資料數)	陷阱 (隻數)	文獻紀錄	特有屬性
狹口蛙科								
Microhylidae	小雨蛙	<i>Microhyla fissipes</i>	8		31		v	
	亞洲錦蛙	<i>Kaloula pulchra</i>	23			1		△
赤蛙科								
Ranidae	貢德氏赤蛙	<i>Rana guentheri</i>	10	4	42			
叉舌蛙科								
Dicroglossidae	澤蛙	<i>Fejervarya limnocharis</i>	143	7	93	3	v	
	虎皮蛙	<i>Hoplobatrachus rugulosa</i>	31	1	9		v	
蟾蜍科								
Bufoidea	黑眶蟾蜍	<i>Duttaphrynus melanostictus</i>	11	10	14		v	
樹蟾科								
Hylidae	中國樹蟾 ^a	<i>Hyla chinensis</i>			1		v	
		Total	226	22	190	4		
		科數	4	3	5	2		
		種數	6	4	6	2		

註 1：△外來入侵種

^a 非分布在台江國家公園範圍內

表 7、台江國家公園及週緣地區所調查到的爬蟲類動物（各英文代號所顯示的調查方法，分別為，VEM：目視遇測法、RK：路殺調查、AST：鳴叫計數法）

科名	中文名	學名	VEM (隻數)	RK (隻數)	AST (資料數)	陷阱 (隻數)	文獻紀錄	特有屬性	保育等級
蝙蝠蛇科									
Elapidae	雨傘節	<i>Bungarus multicinctus</i>	2	4			v		III
	眼鏡蛇	<i>Naja atra</i>	1	4			v		III
黃領蛇科									
Colubridae	花浪蛇	<i>Amphiesma stolatum</i>	2	5			v		
	王錦蛇	<i>Elaphe carinata</i>	2	1			v		
	青蛇	<i>Cyclophiops major</i>		1					
	南蛇	<i>Ptyas mucosus</i>	2	7			v		
	紅斑蛇	<i>Lycodon rufozonatus</i>	1*						
	草花蛇	<i>Xenochrophis piscator</i>	1*	3			v		III
	細紋南蛇	<i>Ptyas korros</i>	1*				v		
	赤背松柏根	<i>Oligodon formosanus</i>	1						
盲蛇科									
Typhlopidae	鉤盲蛇	<i>Ramphotyphlops braminus</i>	4			1			
壁虎科									
Gekkonidae	鉛山壁虎	<i>Gekko hokouensis</i>	3				v		
	無疣蝎虎	<i>Hemidactylus bowringii</i>	16				v		

	疣尾蝎虎	<i>Hemidactylus frenatus</i>	922	8	190	v	
石龍子科							
Scincidae	長尾真稜蜥	<i>Eutropis longicaudata</i>	12	5	2	v	
	印度蜓蜥	<i>Sphenomorphus indicus</i>	1			v	
	多線真稜蜥	<i>Eutropis multifasciata</i>	48	10	14	v	△
正蜥科							
Lacertidae	蓬萊草蜥	<i>Takydromus stejnegeri</i>			1	v	◎
鱉科							
Trionychidae	中華鱉	<i>Pelodiscus sinensis</i>	1	5		v	
地龜科							
Geoemydidae	斑龜	<i>Mauremys sinensis</i>	14	25	45	v	
Total			1034	78	132	63	
科數			7	6	1	4	
種數			18	12	1	5	

註 1：*表示本團隊成員於 2017 年的調查資料 (宋紹民、私人通訊); 註 2：◎臺灣特有種; 註 3：△外來入侵種

貳、兩棲爬蟲分布現況

物種分布範圍的描述參考台江國家公園分區圖名稱進行 (圖 2)。

一、兩棲類

1、狹口蛙科

狹口蛙科共調查到兩個物種，包括小雨蛙及外來入侵種的亞洲錦蛙。小雨蛙主要分布在管一 (鹽水溪水域一般管制區) 與管二 (台江學園一般管制區) 的四草防風林 (網格 157、171、167)、管五 (鹿耳門溪沿岸一般管制區) 接近安清路一段 (網格 83、84、86、87、88) 與網格 116、管七 (曾文溪一般管制區) 與特五 (曾文溪口特別景觀區) (網格 44、50、51、56、58、59、60、62、65)、以及接近夢幻湖的管六 (城西一般管制區) (網格 105) 及特三 (城西濕地特別景觀區) (網格 112) (圖 5 左)。網格涵蓋率為 14%。鳴叫最大等級發生在安清路一段 (圖 5 右)。

外來入侵種的亞洲錦蛙只分布在管六 (城西一般管制區) 及特三 (城西濕地特別景觀區) (網格 97、104、105、106、111、112)，網格涵蓋率 3.5% (圖 6)。發現的亞洲錦蛙個體有 23 隻是以目視調查法發現，有 1 隻個體是由掉落式陷阱捕捉到，總共調查到 24 隻個體。除了 5 月份在網格 111 號的一筆目視紀錄外，在 9 月份調查時有大量個體出現在城西的防汛道路上。雖然亞洲錦蛙目前分布僅侷限在城西防風林一帶，調查時都沒有聽到雄蛙求偶的鳴叫聲，且目視發現的個體也不大，推測亞洲錦蛙已在台江地區繁殖。亞洲錦蛙除了會利用農田、果園、水溝等淡水積水環境繁殖外，也會棲息海邊的草生地 (Nidup et al., 2013) 或紅樹林灌叢 (Chan & Goh, 2010)，且蝌蚪也能適應含有鹽分的水體 (Karraker et al., 2010)，加上母蛙的生殖能力高，蝌蚪也能在大約 2 個月完成變態 (侯平君 et al., 2011)，因此有機會在台江擴大入侵的範圍。



圖 5、台江國家公園及其週緣地區的小雨蛙分布（左圖）與鳴叫最大等級（右圖）



圖 6、台江國家公園及其週緣地區的亞洲錦蛙分布

2、叉舌蛙科

叉舌蛙科共記錄到兩個物種，虎皮蛙主要分布在管六（城西一般管制區）及特三（城西濕地特別景觀區）（網格 85、89、95、97、98、104、105、106、111、112）。另外在安清路一段（網格 86）、少部分管一（鹽水溪水域一般管制區）（網格 139）、少部分管七（曾文溪一般管制區）（網格 50、56）亦有發現。網格涵蓋率 8.8%（圖 7 左），多數是以鳴叫計數法發現，其中在網格 112 號記錄到最大鳴叫等級（圖 7 右）。



圖 7、台江國家公園及其週緣地區的虎皮蛙分布（左圖）與鳴叫最大等級（右圖）

澤蛙為本次調查中資料數最多，且網格涵蓋率最高的兩棲類 (49%)，由於數量眾多，敘述分布以列出區域，但不敘述個別網格。主要分布在管一 (鹽水溪水域一般管制區)、管二 (台江學園一般管制區)、管四 (安南魚塢一般管制區)、管三 (安順鹽場一般管制區)、史二 (安順廠務所史蹟保存區)、管五 (鹿耳門溪沿岸一般管制區)、特四 (安南沿岸保安林特別景觀區)、特三 (城西濕地特別景觀區)、管四 (安南魚塢一般管制區)、管六 (城西一般管制區)、管七 (曾文溪一般管制區)、特五 (曾文溪口特別景觀區)、特六 (七股野鳥棲地特別景觀區) 甚至台江國家公園最北端-青山漁港南堤也有分布 (網格 1) (圖 8 左)。最大鳴叫等級也發生在安清路一段兩側魚塢及管六 (城西一般管制區) (圖 8 右)。



圖 8、台江國家公園及其週緣地區的澤蛙分布 (左圖) 與鳴叫最大等級 (右圖)

3、赤蛙科

赤蛙科的貢德氏赤蛙主要分布在管一（鹽水溪水域一般管制區）、管二（台江學園一般管制區）與特一（北汕尾濕地特別景觀區）（網格 163、146、167、165、164、144、136）、管五（鹿耳門溪沿岸一般管制區）（網格 83、86、87、88）、特四（安南沿岸保安林特別景觀區）與特三（城西濕地特別景觀區）（網格 112、133）、管六（城西一般管制區）（網格 120、111、105、90）、管七（曾文溪一般管制區）（網格 45、56、55、60、59）、特六（七股野鳥棲地特別景觀區）（網格 53）。網格涵蓋率為 20%（圖 9 左），其中在鹽水溪岸的 163 號格記錄最多筆的資料數（圖 9 右）。



圖 9、台江國家公園及其週緣地區的貢德氏赤蛙分布（左圖）與最大鳴叫等級（右圖）

4、蟾蜍科

蟾蜍科的黑眶蟾蜍主要分布在管一（鹽水溪水域一般管制區）、管二（台江學園一般管制區）、管五（鹿耳門溪沿岸一般管制區）、管六（城西一般管制區）、少部份特五（曾文溪口特別景觀區）(網格 82)。網格涵蓋率為 14%(圖 10 左)，最大鳴叫等級發生在網格 83 號 (圖 10 右)。



圖 10、台江國家公園及其週緣地區的黑眶蟾蜍分布（左圖）與最大鳴叫等級（右圖）

5、樹蟾科

樹蟾科的中國樹蟾則是在北糠榔（非網格內），以鳴叫計數的方式發現（圖 11）。



圖 11、台江國家公園及其週緣地區的中國樹蟾鳴叫分布

二、爬蟲類

蛇類為本調查期間調查到物種數最多的爬蟲類群，共記錄到 3 科 11 種，然而每個物種發現的數量不多，且約一半的個體是以路殺調查的方式發現 (表 7)。

1、蝙蝠蛇科

包括蝙蝠蛇科的眼鏡蛇 (圖 12 左) 及雨傘節 (圖 12 右)。眼鏡蛇發現在遊一 (南灣遊憩區)(網格 15)、位於安清路上的網格 83 與在管一 (鹽水溪水域一般管制區) 的網格 159。雨傘節則比較集中在特四 (安南沿岸保安林特別景觀區)、特三 (城西濕地特別景觀區)、管四 (安南魚塭一般管制區)、管六 (城西一般管制區)(網隔 91、106、111、112) 的範圍。



圖 12、在台江國家公園及其週緣地區發現眼鏡蛇 (左圖) 和雨傘節 (右圖) 的網格

2、黃領蛇科

包括黃領蛇科的花浪蛇、王錦蛇、青蛇、南蛇、赤背松柏根。花浪蛇分布在安清路附近的網格 83、特三 (城西濕地特別景觀區)(網格 112) 與管六 (城西一般管制區) (網格 105)(圖 13 左)。王錦蛇僅在網格 93 發現 (圖 13 右)。青蛇則是在四草大眾廟附近出現 (圖 14 左)，該個體距離海邊約 2.7 km，經與路殺社資料庫及 TaiBIF 資料庫比對，該筆資料可能是臺灣西部地區青蛇離海邊最近的 1 筆紀錄。南蛇出現在管六 (城西一般管制區) 與管二 (台江學園一般管制區)(圖 14 右)。赤背松柏根僅在網格 163 發現 (圖 15 左)。

此外，本研究團隊成員宋紹民於去年 (2017) 在台江發現過紅斑蛇 (圖 15 右) 與細紋南蛇 (圖 16)，雖然這兩種蛇類並非本計畫所發現之物種，但本團隊亦將此這兩筆紀錄放進此報告中，來佐證這兩種物種亦出現在台江國家公園範圍內。



圖 13、在台江國家公園及其週緣地區發現花浪蛇 (左圖) 和王錦蛇 (右圖) 的網格

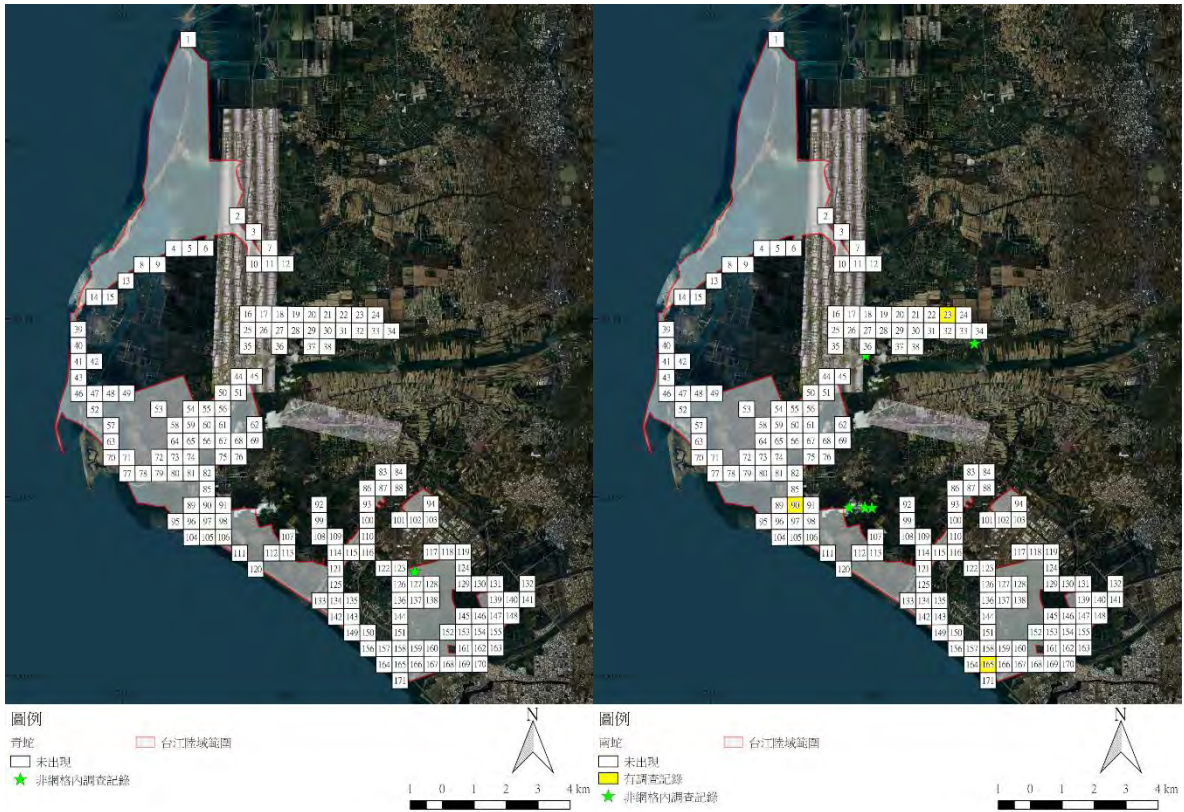


圖 14、在台江國家公園及其週緣地區發現青蛇（左圖）和南蛇（右圖）的網格

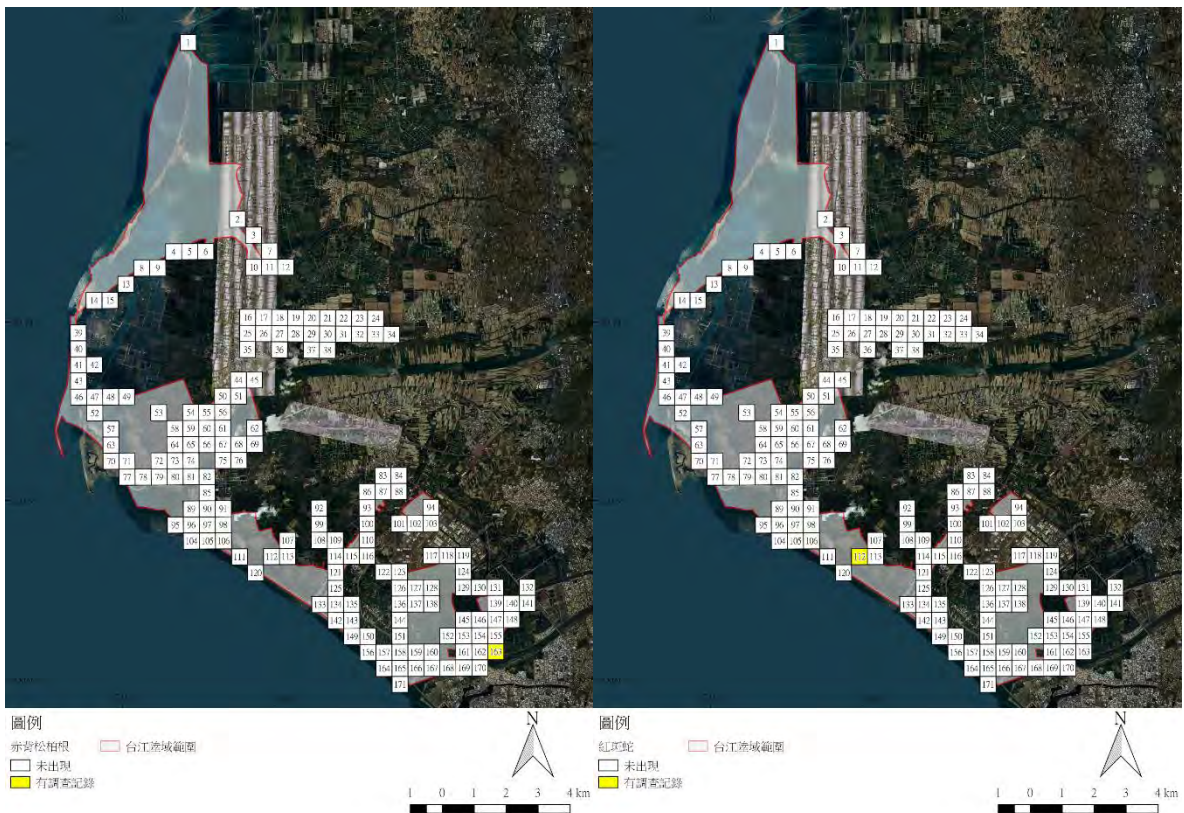


圖 15、在台江國家公園及其週緣地區發現赤背松柏根（左圖）和紅斑蛇（右圖）的網格



圖 16、在台江國家公園及其週緣地區發現細紋南蛇的網格

3、盲蛇科

盲蛇科的鈎盲蛇在管二（台江學園一般管制區）的網格 171 與 133、管六（城西一般管制區）的網格 105、特五（曾文溪口特別景觀區）的網格 85（圖 17）有調查到。



圖 17、在台江國家公園及其週緣地區發現鈎盲蛇的網格

4、壁虎科

壁虎科共調查到 3 個物種，分別為疣尾蝎虎、無疣蝎虎與鉛山壁虎。其中又以疣尾蝎虎調查到的數量最多（共記錄 922 隻次，鳴叫計數法共 132 筆資料數）(表 7)，且分布最廣，網格涵蓋率達 86% (出現網格 / 總網格數 171) (圖 18 左)。無疣蝎虎較零星，出現在管一（鹽水溪水域一般管制區）的網格 163、管二（台江學園一般管制區）(網格 165、134、143、149)、管五（鹿耳門溪沿岸一般管制區）的網格 100 與 116、管六（城西一般管制區）的網格 97 和 98，網格涵蓋率為 6.4% (圖 18 右)。鉛山壁虎的資料最少，僅在管二（台江學園一般管制區）的 142 號網格、管六（城西一般管制區）的 98 號網格與管一（鹽水溪水域一般管制區）的 155 號網格各有 1 筆紀錄 (圖 19)。

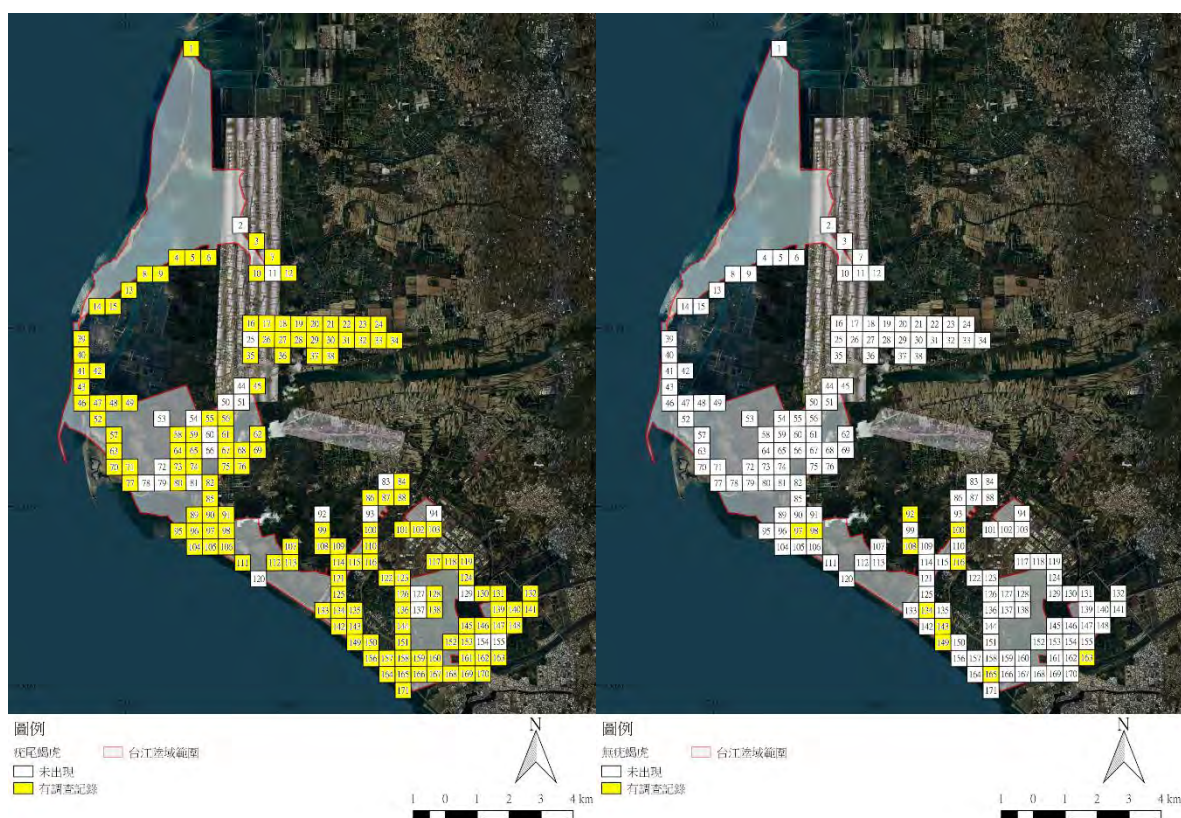


圖 18、在台江國家公園及其週緣地區發現疣尾蝎虎（左圖）和無疣蝎虎（右圖）的網格



圖 19、在台江國家公園及其週緣地區發現鉛山壁虎的網格

5、正蜥科

正蜥科的蓬萊草蜥僅在管七（曾文溪一般管制區）的 50 號網格白茅草生地以掉落式陷阱調查方式發現（圖 20）。

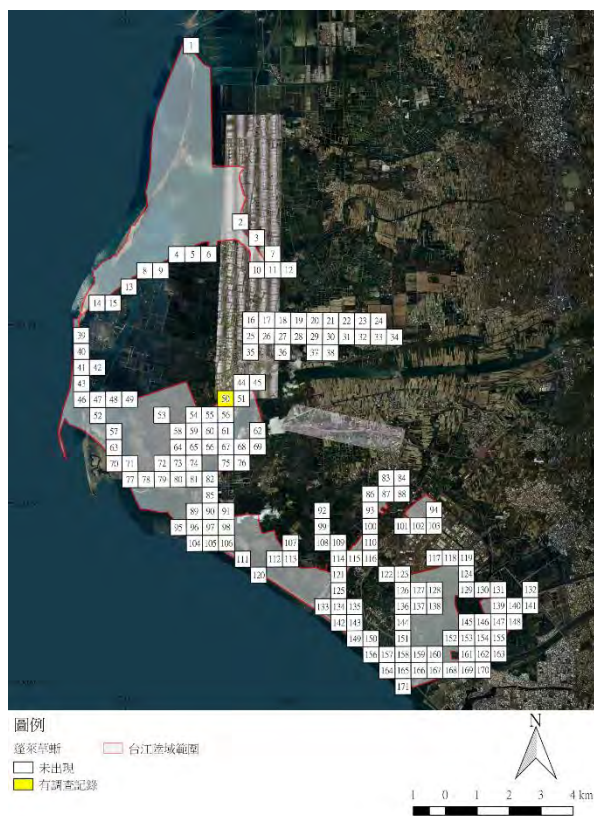


圖 20、在台江國家公園及其週緣地區發現蓬萊草蜥的網格

6、石龍子科

石龍子科共調查到 3 種，分別多線真稜蜥、長尾真稜蜥與印度蜓蜥。其中外來入侵種的多線真稜蜥數量最多，且網格涵蓋率最高 (22 %) (圖 21 左)，由於網格涵蓋率較高，敘述分布以列出區域，但不敘述個別網格，分布區域包括管一 (鹽水溪水域一般管制區)、管二 (台江學園一般管制區)、管四 (安南魚塭一般管制區)、管 (五) 鹿耳門溪沿岸區、管六 (城西一般管制區)、管四 (安南魚塭一般管制區)、特五 (曾文溪口特別景觀區)、特六 (七股野鳥棲地特別景觀區)、史二 (安順廠務所史蹟保存區)。

其次為長尾真稜蜥，網格涵蓋率為 10.5 % (圖 21 右)，分布包括管一 (鹽水溪水域一般管制區) 的網格 167、管二 (台江學園一般管制區) 的網格 143，史一 (四草砲台史蹟保存區) 的網格 136、史二 (安順廠務所史蹟保存區) 的網格 128、管六 (城西一般管制區) (網格 96、97、98)、管七 (曾文溪一般管制區) 的網格 67、特五 (曾文溪口特別景觀區) 與特六 (七股野鳥棲地特別景觀區) (網格 53、58、72、73)、特七 (七股沿岸沙洲特別景觀區) (網格 40、42、46)、生四 (七股溪口紅樹林生態保護區) 的網格 10。

印度蜓蜥調查到的資料最少，僅在管三 (安順鹽場一般管制區) 的網格 127 有一筆紀錄 (圖 22)。

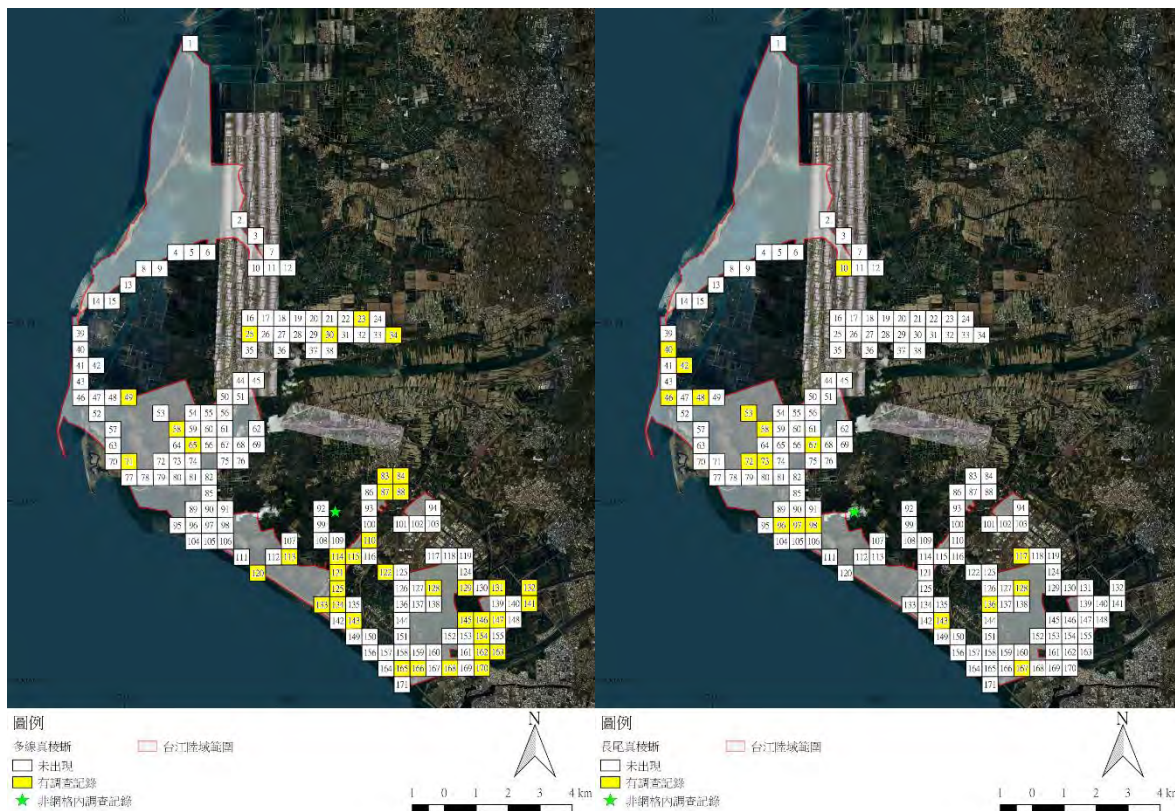


圖 21、在台江國家公園及其週緣地區發現多線真稜蜥（左圖）與長尾真稜蜥（右圖）的網格



圖 22、在台江國家公園及其週緣地區發現印度蜓蜥的網格

7、龜鱉目

龜鱉目，共調查到 2 科 2 種，分別為中華鱉與斑龜。中華鱉出現在安清路一段的 83 與 84 號網格 (圖 23 左)，為路殺資料 (表 7)。斑龜大多數個體都在安清路一段的 83、84、86、87 號網格及安清路與安義路交界處 (路殺或目視) 發現 (圖 23 右)。此外，也有出現在管六 (城西一般管制區)(網格 91、95、97、106)、管四 (安南魚塢一般管制區) 的網格 112、管三 (安順鹽場一般管制區) 的網格 117、管一 (鹽水溪水域一般管制區) 與管二 (台江學園一般管制區)(網格 157、158、165、167)、管七 (曾文溪一般管制區) 的網格 50。

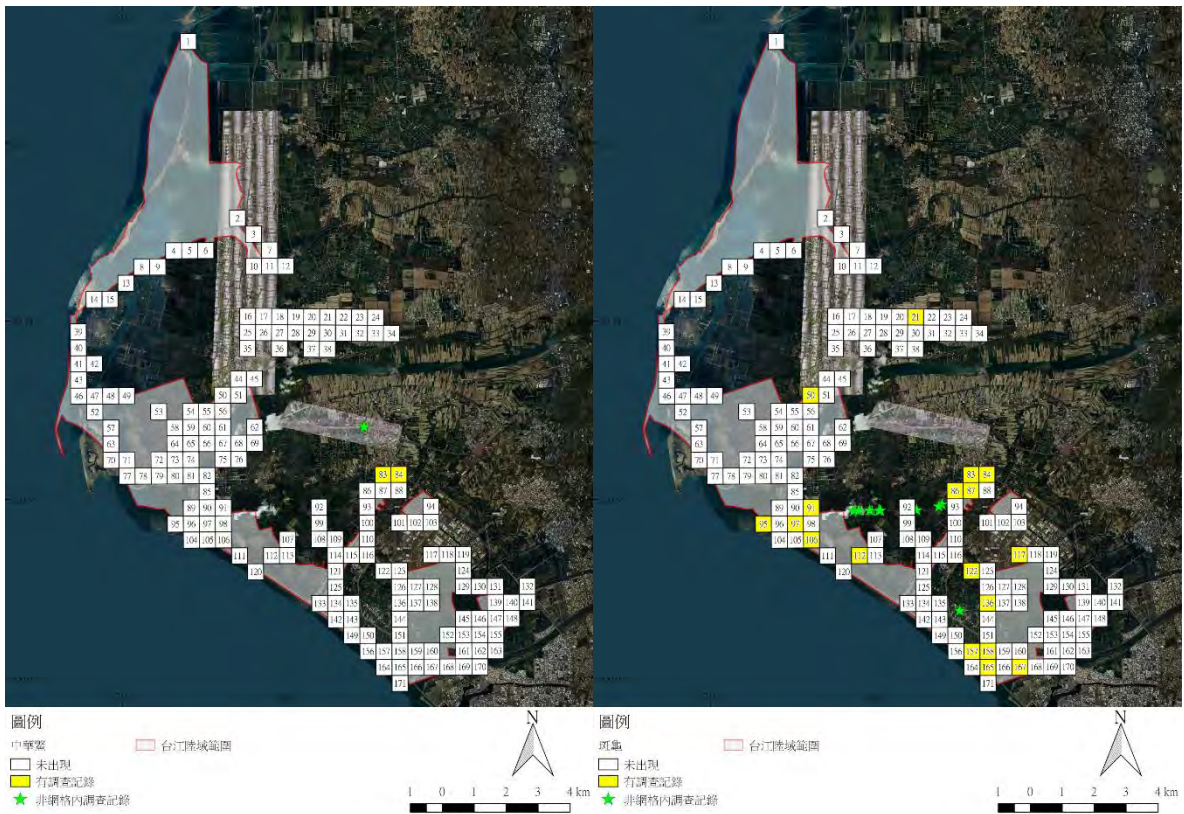
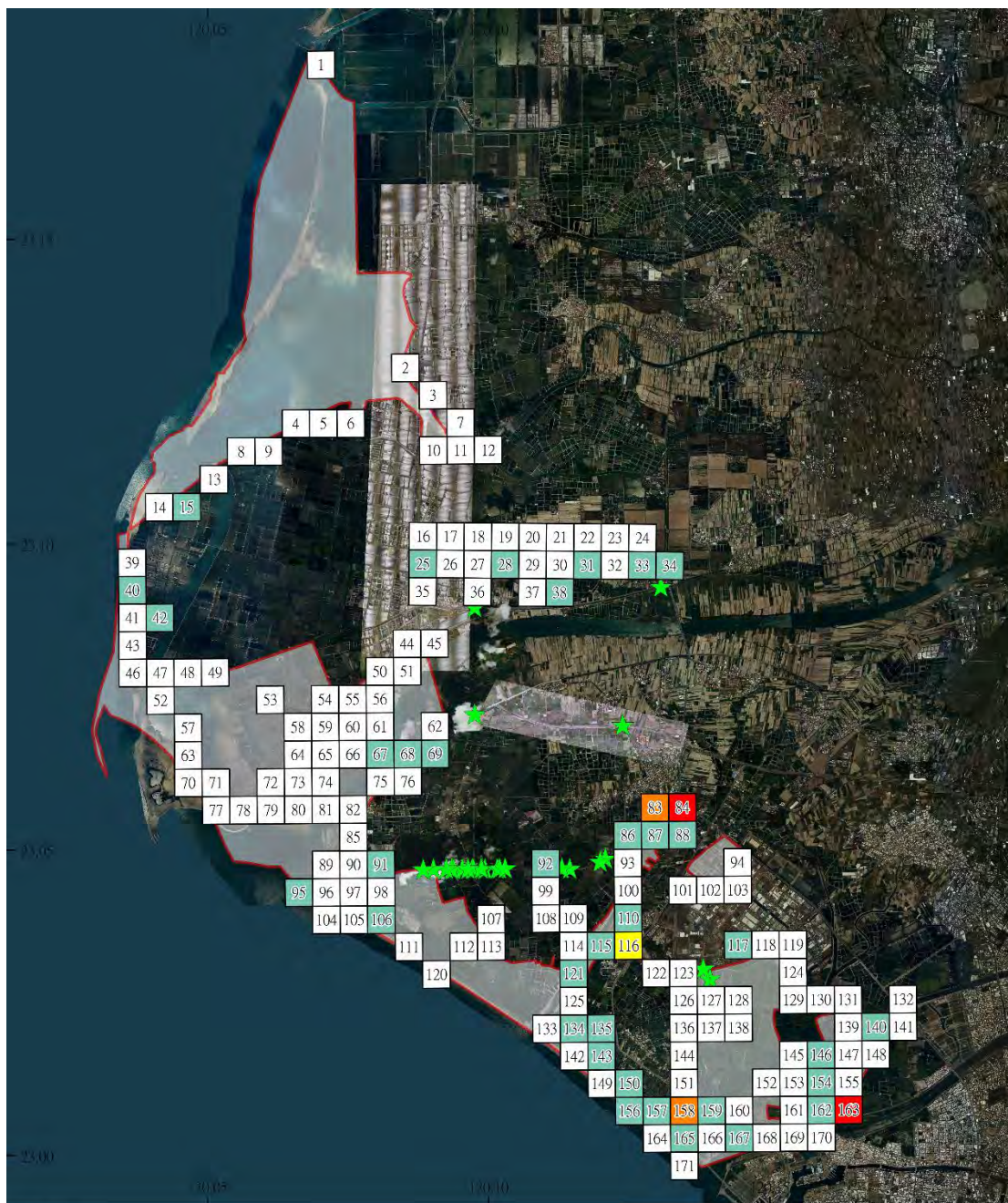


圖 23、在台江國家公園及其週緣地區發現中華鱉 (左圖) 及斑龜 (右圖) 的網格

參、路殺調查

本計畫發現路殺發生次數最多的地方集中在安清路與安義路口交界處 (n=22、非網格內)，其次為在府安路七段的 163 號網格 (n=7) 與安清路一段的 84 號 (n=7) 及 83 號網格 (n=6) 與四草大道 438 巷的 158 號網格 (n=5) (圖 24)。爬蟲類群 (n=78) 路殺筆數明顯高於兩棲類群 (n=22) (表 6、表 7)。在爬蟲類中，被路殺個體數最多的物種為斑龜 (n=25)，且路殺發生位置集中在安清路與安義路口交界處。兩棲類路殺最多的物種為黑眶蟾蜍 (n=10)，且路殺位置主要發生在 158 號網格。

以目前的結果來看，台江國家公園及週緣地區兩棲爬蟲類路殺發生的熱點區域在安清路一段及安清路與安義路的交界處，且主要被路殺的物種為斑龜。推測原因可能是因為安清路兩側有不少的廢棄漁塭，加上附近為管五 (鹿耳門溪沿岸一般管制區)，具有較多的植被與水域環境，提供適合斑龜棲息的環境。雖然斑龜棲息於水中，甚至在水中進行交配，但是交配後的母龜通常會在入夜後離開水池，爬上岸去尋找適合產卵的鬆軟沙地。目前對於安清路附近的斑龜棲息地點與可能的產卵點仍不清楚，推測斑龜可能是因為繁殖的需求，雌性個體被迫出現在安清路上，對於斑龜的生殖活動與個體生存威脅不小 (附錄六)。



圖例

- 路殺總紀錄 ★ 非網格路殺總紀錄
- 未有紀錄 □ 台江陸域範圍
- 1-2次紀錄
- 3-4次紀錄
- 5-6次紀錄
- 7次以上

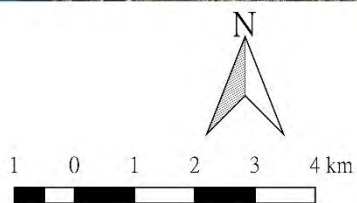


圖 24、在台江國家公園及其週緣地區發現路殺的總次數

肆、不同區塊物種豐富度(richness)比較

將兩棲與爬蟲合在一起，物種豐富度較高的區塊位於管六（城西一般管制區）與管四（安南魚塢一般管制區）（10 個物種：網格 112、105 號；7 個物種：網格 97、98 號）、管一（鹽水溪水域一般管制區）與管二（台江學園一般管制區）（8 個物種：網格 163、165 號；5 個物種：網格 167、171 號）、及管五（鹿耳門溪沿岸一般管制區）接近安清路一段（10 個物種：網格 83 號；6-7 個物種：網格 84 號、86、87、88）（圖 25）。兩棲類物種豐富度較高區域為管六（城西一般管制區）（6 個物種：網格 105 號；5 個物種：網格 112 號；4 個物種：網格 111 號）、管五（鹿耳門溪沿岸一般管制區）（4 個物種：網格 83、86、87、88 號）、管七（曾文溪一般管制區）（4 個物種：網格 56 號）。爬蟲類物種豐富度較高的區域為管五（鹿耳門溪沿岸一般管制區）（5 個物種：網格 84 號；6 個物種：網格 83 號）、管六（城西一般管制區）（5 個物種：網格 112 號；4 個物種：網格 97、98、105 號）、管一（鹽水溪水域一般管制區）（5 個物種：網格 163、165 號）、管四（安南魚塢一般管制區）（4 個物種：網格 143 號）（圖 27）。

以下依區域列出物種豐富度較高之網格內的物種。

管六（城西一般管制區）：

網格 97：斑龜、長尾真稜蜥、疣尾蝎虎、無疣蝎虎、亞洲錦蛙、澤蛙、虎皮蛙。

網格 98：長尾真稜蜥、疣尾蝎虎、無疣蝎虎、鉛山壁虎、澤蛙、虎皮蛙、黑眶蟾蜍。

網格 105：鈎盲蛇、細紋南蛇、花浪蛇、疣尾蝎虎、小雨蛙、亞洲錦蛙、澤蛙、虎皮蛙、貢德氏赤蛙、黑眶蟾蜍。

網格 112：斑龜、紅斑蛇、花浪蛇、雨傘節、疣尾蝎虎、小雨蛙、亞洲錦蛙、澤蛙、虎皮蛙、貢德氏赤蛙。

管一（鹽水溪水域一般管制區）與管二（台江學園一般管制區）：

網格 163：花浪蛇、赤背松柏根、疣尾蝎虎、無疣蝎虎、多線真稜蜥、澤蛙、貢德

氏赤蛙、黑眶蟾蜍。

網格 165：斑龜、南蛇、疣尾蝎虎、無疣蝎虎、多線真稜蜥、澤蛙、貢德氏赤蛙、黑眶蟾蜍。

網格 167：斑龜、疣尾蝎虎、長尾真稜蜥、小雨蛙、貢德氏赤蛙。

網格 171：鉤盲蛇、疣尾蝎虎、小雨蛙、澤蛙、黑眶蟾蜍。

管五 (鹿耳門溪沿岸一般管制區)：

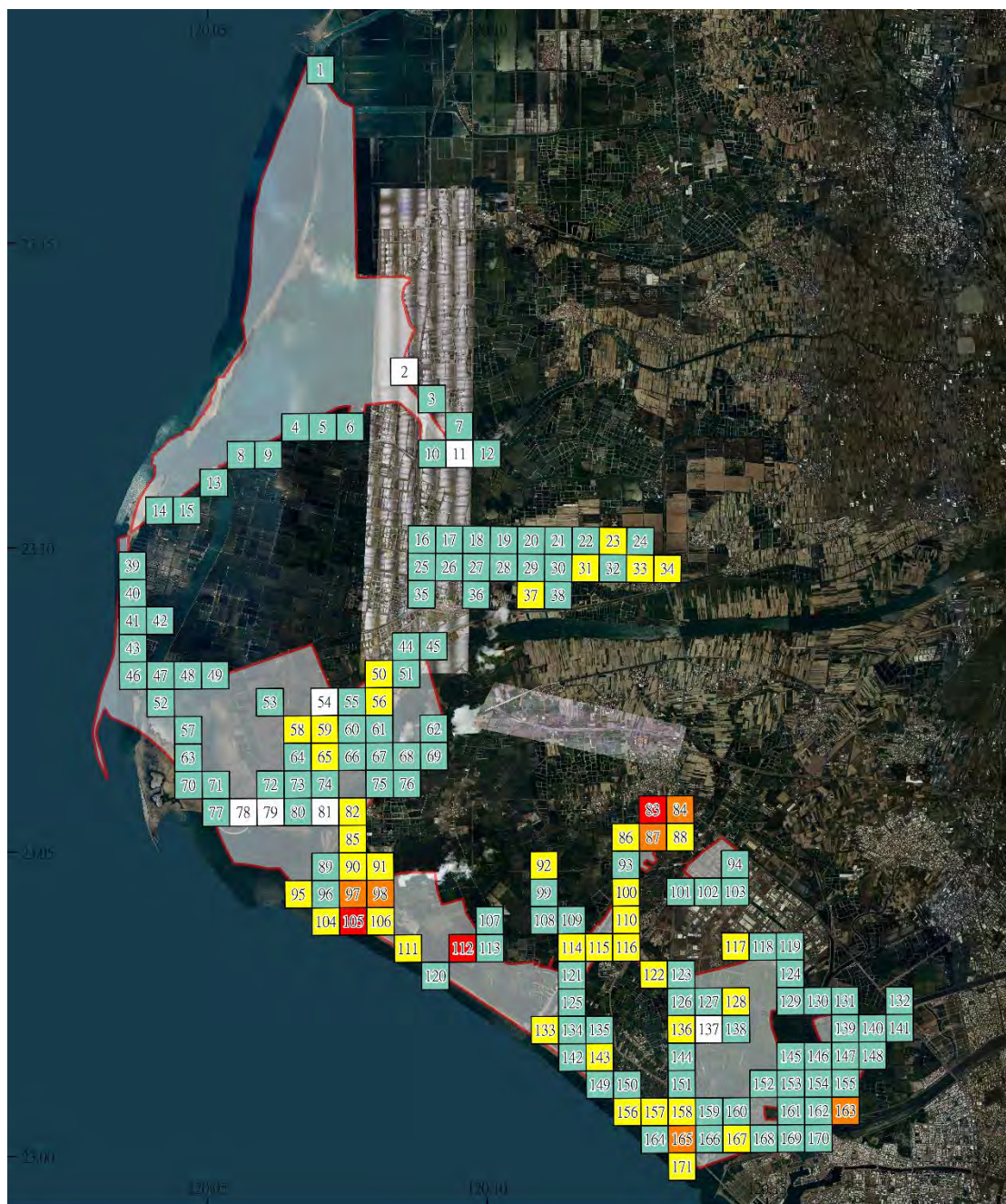
網格 83：中華鱉、斑龜、花浪蛇、眼鏡蛇、雨傘節、小雨蛙、澤蛙、貢德氏赤蛙、黑眶蟾蜍。

網格 84：中華鱉、斑龜、草花蛇、多線真稜蜥、疣尾蝎虎、小雨蛙、澤蛙。

網格 86：斑龜、疣尾蝎虎、小雨蛙、澤蛙、虎皮蛙、貢德氏赤蛙。

網格 87：斑龜、多線真稜蜥、疣尾蝎虎、小雨蛙、澤蛙、貢德氏赤蛙、黑眶蟾蜍。

網格 88：疣尾蝎虎、多線真稜蜥、小雨蛙、澤蛙、貢德氏赤蛙、黑眶蟾蜍。



圖例

- 出現物種數 台江陸域範圍
- 未出現
- 1-3種
- 4-6種
- 7-9種
- 10種以上

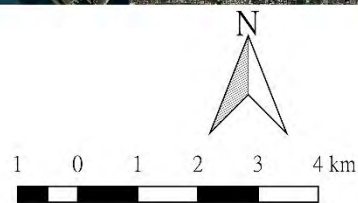
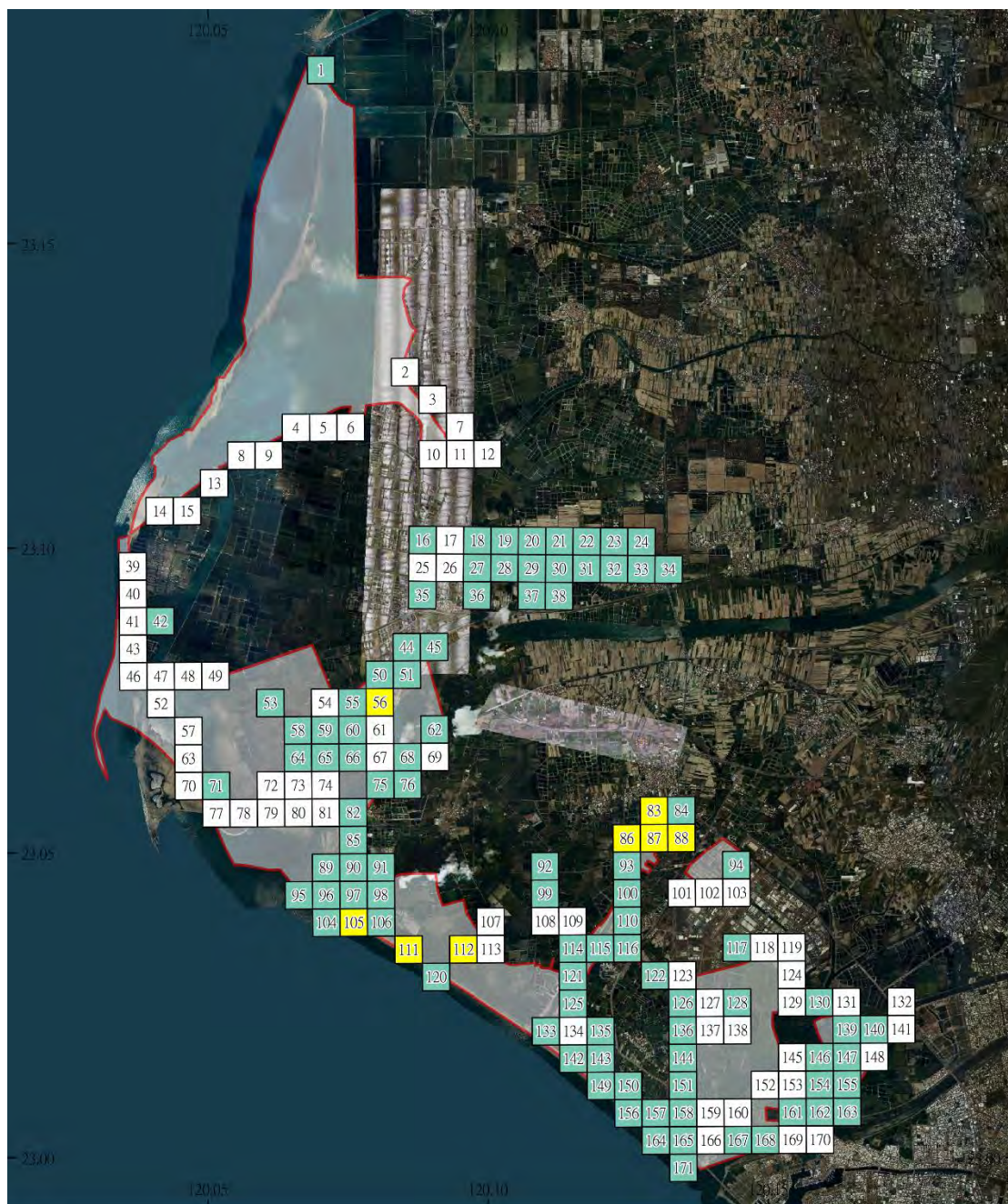


圖 25、網格內調查到的兩棲爬蟲種類數



圖例

- 兩棲類出現物種數 台江陸域範圍
- 未出現
- 1-3種
- 4-6種

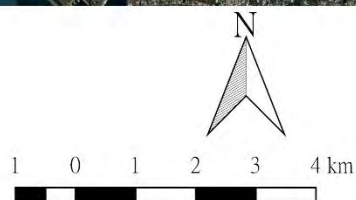
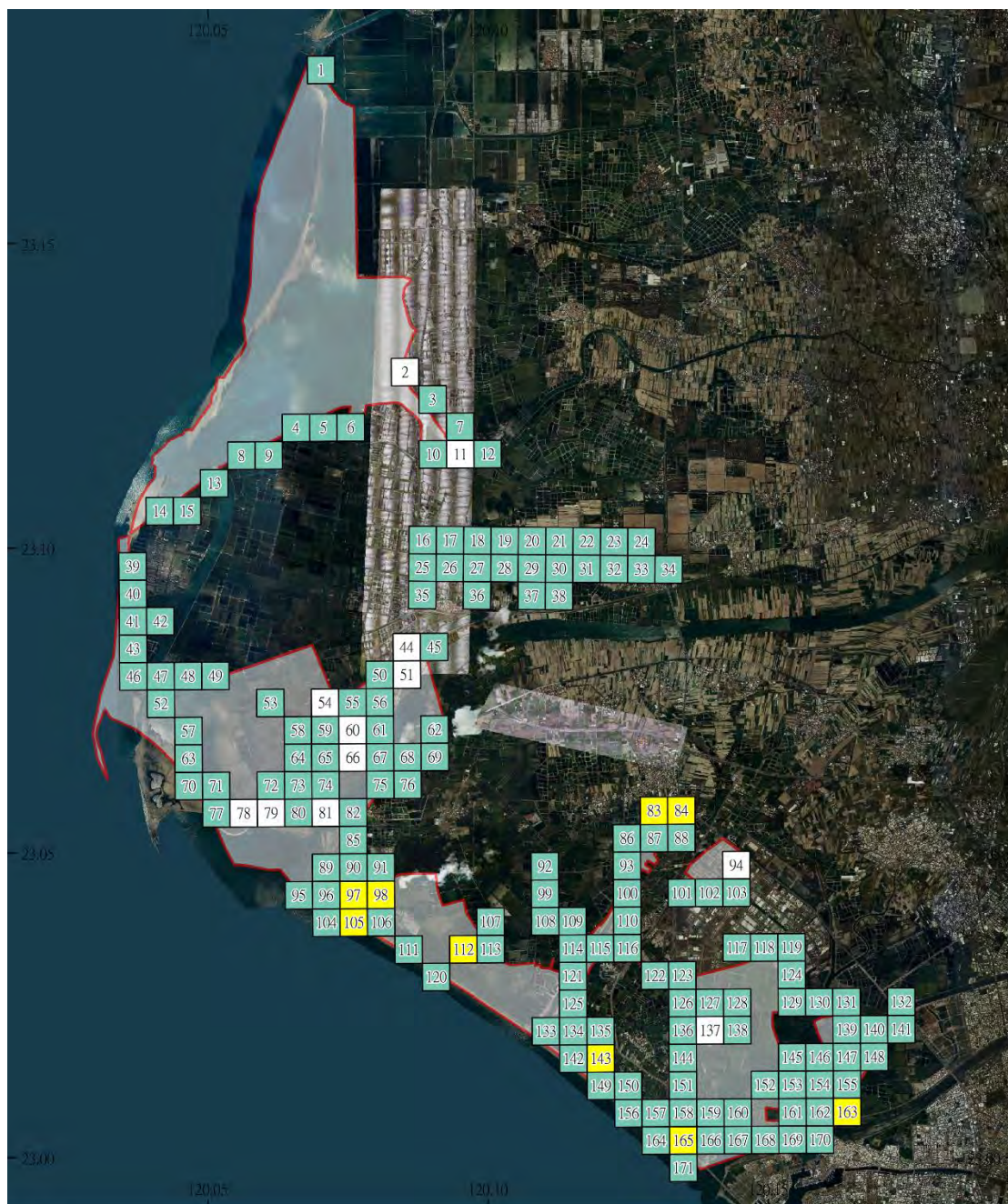


圖 26、網格內調查到兩棲類的總物種數



圖例
 爬蟲類出現物種數 台江陸域範圍
 未出現
 1-3種
 4-6種

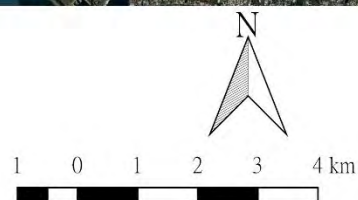


圖 27、網格內調查到的爬蟲類總物種數

伍、掉落式陷阱與龜鱉目魚籠陷阱

一、掉落式陷阱

由於七股野鳥棲地較晚才選定調查樣點，掉落式陷阱僅進行 3 次調查，其他樣點皆進行 4 次調查。掉落式陷阱調查捕捉到 3 科 3 種爬蟲類及 2 科 2 種兩棲類，總共 23 隻個體，爬蟲包含 2 種蜥蜴，1 種蛇類，其中以多線真稜蜥數量最多，共捕獲 14 隻個體 (表 8)。鹽田文化村的掉落式陷阱捕獲最多個體，共捕捉到 9 隻多線真稜蜥及 1 隻長尾真稜蜥，另外還有 2 隻澤蛙。四草防風林捕捉到 3 隻多線真稜蜥，1 隻鈎盲蛇，還有 1 隻澤蛙；城西防風林樣區捕捉到 1 隻多線真稜蜥和 1 隻亞洲錦蛙；七股校區樣點捕捉到 1 隻蓬萊草蜥；七股野鳥棲地捕捉到 4 隻多線真稜蜥 (圖 28)。

二、龜鱉目魚籠陷阱

針對龜鱉目調查的魚籠式陷阱共進行 6 次調查。捕捉斑龜 58 隻次，其中公斑龜 31 隻次，母斑龜 27 隻次。設置在管理處附近魚塢的陷阱捕捉到的數量最多 (20 隻次)，再捕獲率為 30%。焚化廠樣區共捕捉到 17 隻次，再捕獲率為 22.2%。大眾廟樣區僅捕獲 1 隻。城西魚塢共捕獲 3 隻，並沒有再捕獲的個體。七股校區共捕獲 4 隻次，再捕獲率 50%。安清路總共捕獲 8 隻次，再捕獲率 12.5%。曾文溪堤岸共捕獲 5 隻，沒有再捕獲的個體，捕捉到斑龜的水域大部分是含有鹽分的半淡鹹水，鹽度介在 0.1 - 9 ppt 之間 (表 9)。

針對魚籠陷阱捕抓到的斑龜作形值測量，公斑龜體重介於 120 g 到 1000 g，平均體重 387.4 ± 31.7 g ($n = 31$ 隻次)。背甲長介於 98.8 mm 到 200 mm ($n = 31$)，平均背甲長為 142.8 ± 4.2 mm ($n = 31$)。背甲寬介於 64.3 mm 到 136.4 mm，平均背甲寬 95.3 ± 2.8 mm ($n = 31$) (表 10)。母斑龜體重介於 20 g 到 1800 g，平均體重 697.8 ± 91.8 g ($n = 27$ 隻次)。背甲長介於 61.2 mm 到 260.6 mm，平均背甲長 165.4 ± 8.3 mm ($n = 27$)。背甲寬介於 49.9 mm 到 163.1 mm，平均背甲寬 112.7 ± 5.1 mm ($n = 27$) (表 11)。

表 8、掉落式陷阱調查結果

樣區	鹽田文化村	四草防風林	城西防風林	七股校區	七股野鳥棲地
棲地類型	灌叢	森林	森林	高草地	森林
調查次數	4	4	4	4	3
陷阱數量(trap)	4	4	4	4	4
總捕捉天數(days)	16	16	16	16	12
努力量(trap*days)	64	64	64	64	48
多線真稜蜥	7	3	1		3
長尾真稜蜥	1				1
蓬萊草蜥				1	
澤蛙	2	1			
亞洲錦蛙			1		
鈎盲蛇		1			
物種數	3	3	2	1	2
捕獲數量(隻)	10	5	2	1	4
捕獲效率(隻/努力量)	0.16	0.08	0.03	0.02	0.08

表 9、各樣點設置之魚籠陷阱之基本資料與捕捉到的斑龜數量與捕捉效率

樣區	鹽田文化村	本田路	夢幻湖	科工區	大眾廟	焚化廠	台管處	城西漁塭	七股校區	安清路	曾文堤岸
水域類型	漁塭、潮溝	潮溝	潮溝	池塘	漁塭	林澤	漁塭	漁塭	漁塭	漁塭	漁塭
水體鹽度範圍(ppt)	37	35	36	1 - 1.9	1.9 - 9	0.1 - 0.4	0.3 - 1.7	0.4 - 1.6	0.7 - 0.9	4.5 - 7.5	0 - 0.1
調查次數	1	1	1	3	7	7	8	8	8	8	3
	(4 月)	(4 月)	(4 月)	(5/6/7 月)	(5-11 月)	(5-11 月)					(8-10 月)
每次放網數(net)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3
總捕捉天數(days)	4	4	4	12	28	28	32	32	32	32	9
努力量(net × days)	16	16	16	48	112	112	128	128	128	128	27
捕獲數量(隻次)	0	0	0	0	1	18	20	3	4	8	4
捕獲效率 (隻次/努力量)	0	0	0	0	0.001	0.16	0.16	0.02	0.03	0.06	0.15

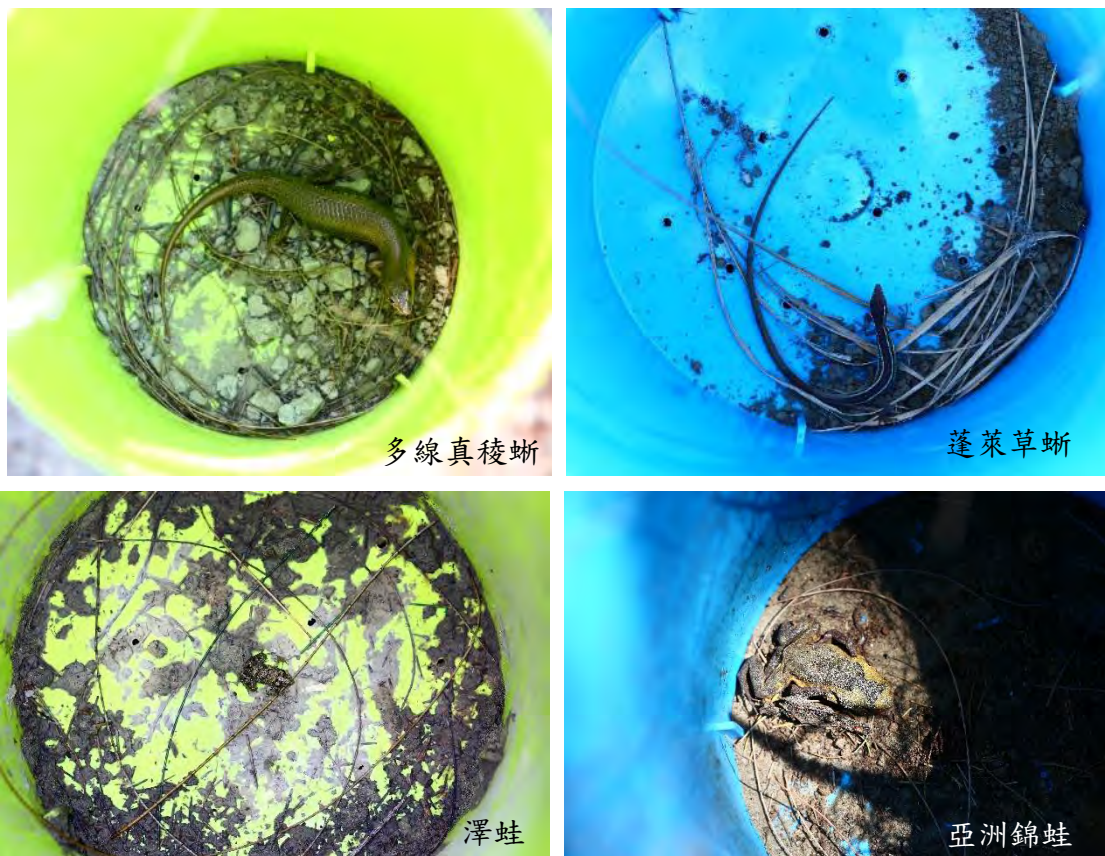


圖 28、掉落式陷阱捕捉到的兩棲爬蟲類

表 10、雄性斑龜型質測量結果

性別	重量(g)	背甲長(mm)	背甲寬(mm)	上標號
Male (n=31)	390.0	145.7	94.6	2
	630.0	167.6	120.9	2
	510.0	159.8	109.2	2
	450.0	151.1	97.9	5
	290.0	129.0	85.1	6
	320.0	139.5	92.5	8
	280.0	130.5	84.2	10
	300.0	130.6	81.2	10
	500.0	160.0	106.7	12
	400.0	146.4	99.3	14
	300.0	125.0	78.2	10
	490.0	148.9	99.8	19
	120.0	87.4	64.3	21
	330.0	138.3	92.5	22
	310.0	137.2	90.5	27
	130.0	99.6	72.2	21
	520.0	166.4	108.1	25
	120.0	98.8	73.1	21
	510.0	167.6	107.6	25
	390.0	144.4	95.9	33
	320.0	140.4	94.0	34
	480.0	159.9	99.4	35
	200.0	115.5	79.2	63
	210.0	155.7	77.2	73
	410.0	149.6	103.4	36
	610.0	174.6	119.9	37
	1000.0	200.0	136.4	38
	390.0	148.7	102.9	39
	520.0	157.5	109.4	8
	290.0	122.8	89.9	43
	290.0	127.5	88.0	45
Mean ± se	387.4 ± 31.7	142.8 ± 4.2	95.3 ± 2.8	

表 11、雌性斑龜型質測量結果

性別	重量(g)	背甲長(mm)	背甲寬(mm)	上標號
Female (n=27)	2200.0	256.2	160.4	1
	390.0	139.6	98.2	7
	1400.0	220.8	149.9	9
	790.0	176.3	121.6	11
	390.0	138.0	95.9	13
	300.0	125.3	90.3	15
	290.0	117.4	84.7	16
	1720.0	235.6	155.6	17
	730.0	177.7	126.5	18
	310.0	127.8	87.6	20
	520.0	154.1	109.3	23
	510.0	154.0	110.9	24
	420.0	145.2	100.4	13
	610.0	167.3	115.9	26
	400.0	146.9	103.1	7
	1350.0	214.6	146.6	28
	490.0	147.2	100.7	29
	1220.0	260.6	140.5	30
	800.0	176.1	125.8	31
	190.0	151.4	74.3	32
	410.0	147.2	103.6	7
	500.0	154.2	111.2	24
	510.0	155.9	104.5	29
	380.0	133.7	95.7	15
	1090.0	196.2	136.1	40
	1300.0	206.5	142.1	41
	20.0	61.2	49.9	42
1800	235.9	163.1	9	
Mean ± se	697.8 ± 91.8	165.4 ± 8.3	112.7 ± 5.1	

陸、物種資料與樣點環境因子的關係

一、對應分析 (CA)

網格範圍內 7 種土地利用分類面積大小比較結果顯示，以魚塭面積最大，占地約 21.8 平方公里，其次為水域，占地約 7.9 平方公里，接續分別為建地、農地、荒地、森林、以及草生地 (圖 29、圖 30)。對應分析結果發現，隨森林面積越大，虎皮蛙以及亞洲錦蛙出現機率越高。在臺灣，虎皮蛙大多棲息於低海拔地區的農田或草澤棲地，然而，在台江國家公園，虎皮蛙主要分布在管六 (城西一般管制區) 與管四 (安南魚塭一般管制區)，屬於木麻黃林的棲地。至於為何台江國家公園的虎皮蛙主要分布在森林型的棲地，可能原因為何則有待進一步研究。

而隨著農地與建地面積越大，黑眶蟾蜍、長尾真稜蜥、小雨蛙出現的機率越高。而澤蛙與斑龜的棲地除了受農地與建地影響外，也和草生地的面積有關。黑眶蟾蜍、小雨蛙與澤蛙都是臺灣低海拔地區常見的蛙類，常生活在有人為干擾的區域，偏好的棲地包括稻田、草叢、水池、開墾地、住家附近空地甚至低海拔森林 (Yang, 1998)。長尾真稜蜥主要棲息於墾地或樹林邊緣區，有時也會在居家房舍附近或是大面積草生地區域活動 (<http://taieol.tw/pages/72491>)。斑龜是臺灣最常見的淡水龜，分布範圍包括水流較緩的溪流、溝渠、池塘、水庫等，甚至在河口半淡鹹水的紅樹林區，亦可發現其分布。就我們所知，臺灣目前還沒有相關研究探討斑龜生活的棲地周圍陸域棲地狀況。因此本計畫利用對應分析，分析出來的結果符合預期 (圖 31)，也說明這些巨棲地類型是這幾類兩棲爬蟲在台江國家公園出現與分布的重要棲地類型。

其他在台江分布較廣物種，例如：疣尾蝮虎以及多線真稜蜥則比較看不出來偏好哪種地景 (圖 31)。我們的調查發現，在台江的疣尾蝮虎主要棲息於電線桿及周圍的植被，居家屋舍等。多線南蜥在臺灣主要棲息環境為靠近水源之農墾區或果園，居家房舍附近或是公路邊緣的植被 (<http://taieol.tw/pages/72487>)。

二、棲地佔據模式 (Occupancy model)

棲地佔據模式的分析結果亦可以推測台江地區兩棲爬蟲偏好的棲地類型。各物種模式選擇與棲地佔有率的估算結果如表 12 與表 13。從模式選擇的結果中，可以發現兩棲類的棲地佔有率受到建地、農地、草生地及水域的比例影響較大，這四類棲地因子出現在較佳模式中的次數比較多，對於爬蟲類來說，則是農地、建地及水域影響牠們的棲地佔有率較大（表 13）。無論兩棲類或爬蟲類，棲地佔據模式的結果和對應分析的結果類似。

棲地佔有率方面（表 13），兩棲類以澤蛙（ 0.570 ± 0.174 ）最高，其次為黑眶蟾蜍（ 0.438 ± 0.042 ），接著是貢德氏赤蛙（ 0.318 ± 0.150 ），在調查範圍中兩棲類的分布雖不算廣泛，但前兩者（澤蛙與黑眶蟾蜍）則是可以在將近一半的網格中出現的兩棲類物種；爬蟲類則以疣尾蝎虎（ 0.905 ± 0.030 ）最高，幾乎不受棲地類型的限制，廣泛的分布在調查範圍內，長尾真稜蜥（ 0.732 ± 0.064 ）次之，而多線真稜蜥（ 0.474 ± 0.124 ）再次之。

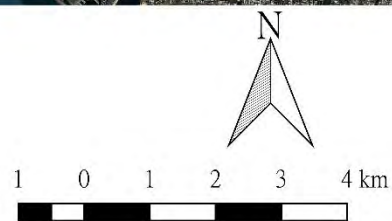
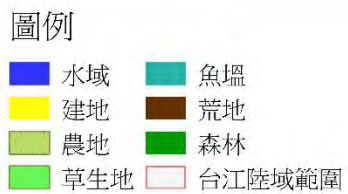
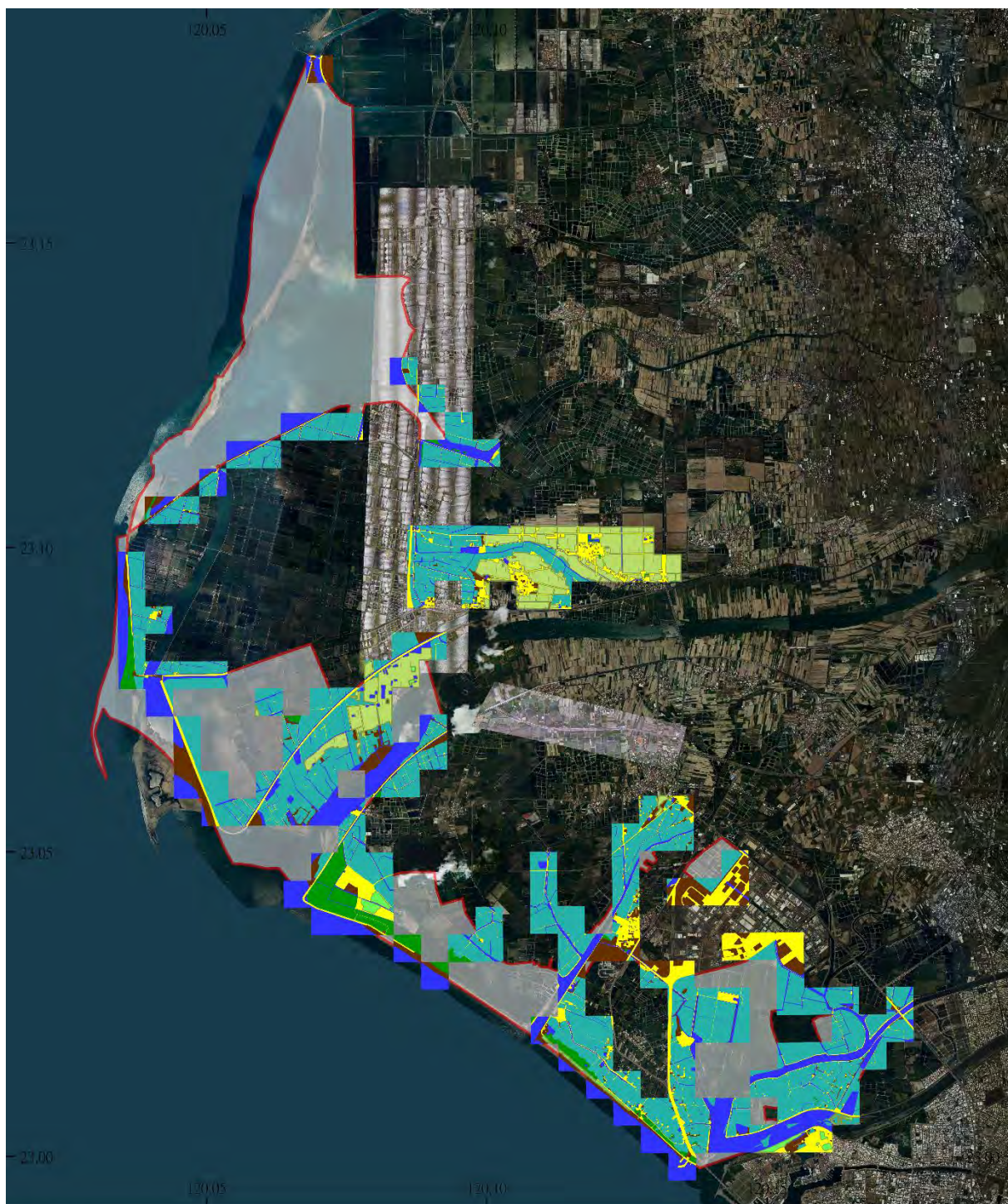


圖 29、網格內土地利用分析結果

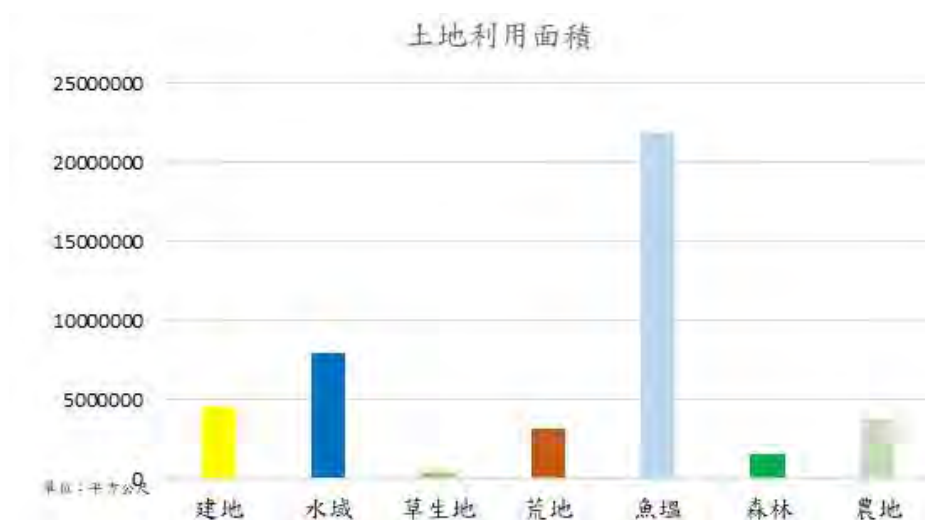


圖 30、網格內不同土地利用分類的面積

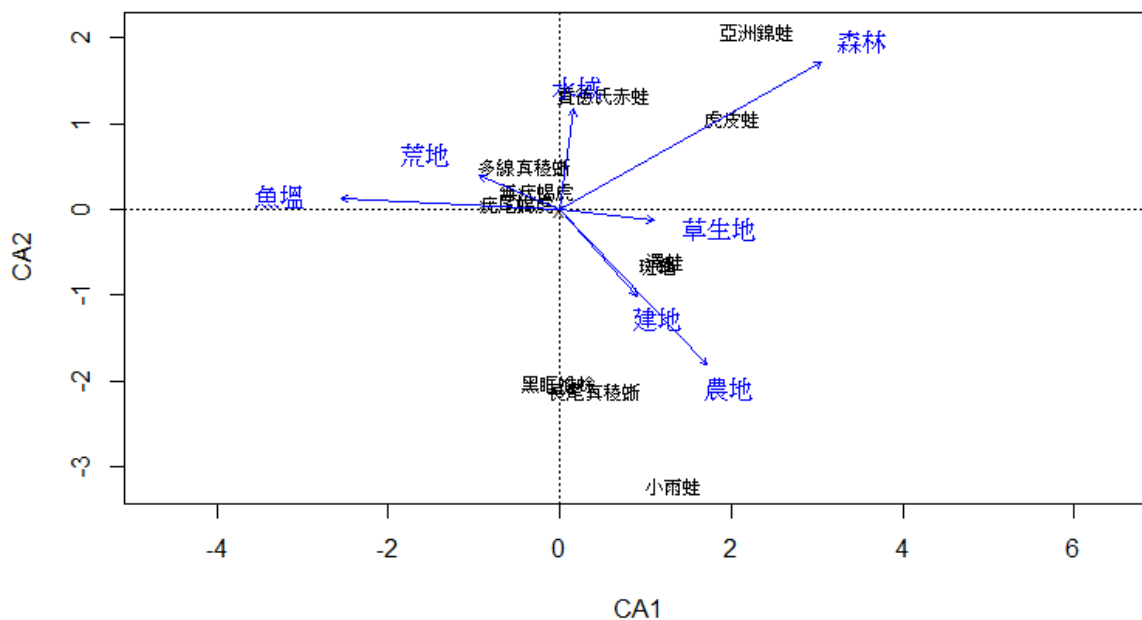


圖 31、物種群聚資料與土地利用資料對應分析結果

表 12、各物種競爭模式的模式選擇

競爭模式	AIC	Δ AIC	AIC 權重	參數數量
小雨蛙				
psi(BL),p(t)	230.23	0	0.6492	5
psi(WA),p(t)	232.5	2.27	0.2087	5
psi(·),p(t)	233.27	3.04	0.142	5
psi(GL),p(t)	247.66	17.43	0.0001	5
psi(AG),p(t)	250.12	19.89	0	5
psi(WL),p(t)	250.61	20.38	0	5
psi(OT),p(t)	251.1	20.87	0	5
psi(·),p(·)	258.71	28.48	0	2
亞洲錦蛙				
psi(WA),p(t)	59.13	0	0.6707	5
psi(GL),p(t)	60.77	1.64	0.2954	5
psi(WL),p(t)	66.34	7.21	0.0182	5
psi(·),p(t)	67.39	8.26	0.0108	5
psi(BL),p(t)	70.71	11.58	0.0021	5
psi(AG),p(t)	70.71	11.58	0.0021	5
psi(OT),p(t)	72.83	13.7	0.0007	5
psi(·),p(·)	78.99	19.86	0	2
澤蛙				
psi(AG),p(t)	545.66	0	0.9966	5
psi(OT),p(t)	557.45	11.79	0.0027	5
psi(·),p(t)	561.55	15.89	0.0004	5
psi(WL),p(t)	562.14	16.48	0.0003	5
psi(BL),p(t)	567.55	21.89	0	5
psi(WAL),p(t)	568.02	22.36	0	5
psi(GL),p(t)	575.86	30.2	0	5
psi(·),p(·)	627.71	82.05	0	2
虎皮蛙				
psi(WA),p(t)	162.24	0	0.6399	5
psi(GL),p(t)	163.83	1.59	0.289	5
psi(WL),p(t)	168.02	5.78	0.0356	5
psi(·),p(t)	168.59	6.35	0.0267	5
psi(·),p(·)	172.05	9.81	0.0047	2
psi(BL),p(t)	173.06	10.82	0.0029	5
psi(OT),p(t)	176.18	13.94	0.0006	5
psi(AG),p(t)	176.29	14.05	0.0006	5

競爭模式	AIC	Δ AIC	AIC 權重	參數數量
貢德氏赤蛙				
psi(BL),p(t)	294.58	0	0.9699	5
psi(OT),p(t)	302.42	7.84	0.0192	5
psi(·),p(t)	304.9	10.32	0.0056	5
psi(WA),p(t)	306.91	12.33	0.002	5
psi(WL),p(t)	307.09	12.51	0.0019	5
psi(AG),p(t)	308.31	13.73	0.001	5
psi(GL),p(t)	310.35	15.77	0.0004	5
psi(·),p(·)	326.98	32.4	0	2
黑眶蟾蜍				
psi(BL),p(t)	231.49	0	0.3171	5
psi(OT),p(t)	233	1.51	0.1491	5
psi(WA),p(t)	233.39	1.9	0.1226	5
psi(WL),p(t)	233.96	2.47	0.0922	5
psi(·),p(t)	234.03	2.54	0.0891	5
psi(GL),p(t)	234.14	2.65	0.0843	5
psi(AG),p(t)	234.16	2.67	0.0835	5
psi(·),p(·)	234.75	3.26	0.0621	2
疣尾蝎虎				
psi(·),p(t)	893.62	0	0.9999	5
psi(BL),p(t)	912.5	18.88	0.0001	5
psi(GL),p(t)	917.91	24.29	0	5
psi(·),p(·)	938.88	45.26	0	2
psi(WA),p(t)	944.54	50.92	0	5
psi(WL),p(t)	966.25	72.63	0	5
psi(OT),p(t)	977.44	83.82	0	5
psi(AG),p(t)	995.54	101.92	0	5
無疣蝎虎				
psi(AG),p(t)	114.81	0	0.3883	5
psi(WA),p(t)	116.63	1.82	0.1563	5
psi(BL),p(t)	116.73	1.92	0.1487	5
psi(GL),p(t)	117.87	3.06	0.0841	5
psi(·),p(t)	117.9	3.09	0.0828	5
psi(OT),p(t)	118.24	3.43	0.0699	5
psi(WL),p(t)	118.37	3.56	0.0655	5
psi(·),p(·)	123.73	8.92	0.0045	2
多線真稜蜥				

競爭模式	AIC	Δ AIC	AIC 權重	參數數量
psi(AG),p(t)	114.81	0	0.3883	5
psi(WA),p(t)	116.63	1.82	0.1563	5
psi(BL),p(t)	116.73	1.92	0.1487	5
psi(GL),p(t)	117.87	3.06	0.0841	5
psi(·),p(t)	117.9	3.09	0.0828	5
psi(OT),p(t)	118.24	3.43	0.0699	5
psi(WL),p(t)	118.37	3.56	0.0655	5
psi(·),p(·)	123.73	8.92	0.0045	2
長尾真稜蜥				
psi(·),p(·)	140.6	0	0.2869	2
psi(AG),p(t)	140.94	0.34	0.242	5
psi(WL),p(t)	141.47	0.87	0.1857	5
psi(WA),p(t)	143.18	2.58	0.079	5
psi(GL),p(t)	143.56	2.96	0.0653	5
psi(OT),p(t)	143.75	3.15	0.0594	5
psi(·),p(t)	144.17	3.57	0.0481	5
psi(BL),p(t)	144.89	4.29	0.0336	5

競爭模式為粗體字者表示為較佳的模式。

表 13、各物種棲地佔有率及偵測率的模式平均估算值

物種	原始佔有率 ¹	棲地佔有率	偵測率
小雨蛙	0.140	0.252 ± 0.111	0.104 ± 0.016
亞洲錦蛙	0.035	0.147 ± 0.162	0.096 ± 0.073
澤蛙	0.485	0.570 ± 0.174	0.292 ± 0.014
虎皮蛙	0.088	0.232 ± 0.129	0.131 ± 0.023
貢德氏赤蛙	0.199	0.318 ± 0.150	0.217 ± 0.022
黑眶蟾蜍	0.140	0.438 ± 0.042	0.106 ± 0.011
疣尾蝎虎	0.860	0.905 ± 0.030	0.505 ± 0.001
無疣蝎虎	0.064	0.463 ± 0.086	0.040 ± 0.015
多線真稜蜥	0.064	0.474 ± 0.124	0.143 ± 0.011
長尾真稜蜥	0.082	0.732 ± 0.064	0.047 ± 0.005

註 1：原始佔有率表示未加入環境參數時，該物種所佔有網格數的比例。

柒、居民訪談紀錄

除了例行調查與陷阱調查外，本團隊也訪問台江地區的居民，以瞭解台江地區可能出現但未記錄到的兩棲爬蟲動物。爬蟲動物的部分，根據鹽水溪、鹽田文化村、六孔、七股、四草及三股地區居民描述，台江地區出現的蛇類有眼鏡蛇、王錦蛇、山樓仔（南蛇或細紋南蛇）及雨傘節，其中以眼鏡蛇及王錦蛇最為常見（表 14）。兩棲動物的部分，除了本年度在城西防風林 111 號網格發現亞洲錦蛙之外，去年（2017）臺南大學王筌宥與當地居民吳瑞昌皆在城西防風林的防汛道路上發現亞洲錦蛙個體。

表 14、居民訪談紀錄表

受訪人	出現的兩爬物種
鹽水溪居民	眼鏡蛇、王錦蛇
鹽田文化村林先生	眼鏡蛇、王錦蛇、雨傘節
保安警察第七總隊第七大隊	眼鏡蛇、王錦蛇、山樓仔
臺南大學七股校區警衛	眼鏡蛇、山樓仔、雨傘節、斑龜
四草居民	王錦蛇、山樓仔
三股居民	眼鏡蛇、山樓仔
臺南大學王筌宥	亞洲錦蛙
土城居民吳瑞昌	亞洲錦蛙
臺南大學學生陳同學	斯文豪氏攀蜥

備註：山樓仔為南蛇或細紋南蛇的臺語發音

第三節 探討園區陸域兩棲爬蟲類資源特色及乾、濕季變化

彙整臺南市七股區、安南區與安平區 2018 年 3 月到 11 月 (記錄到 11/15) 的氣候資料 (資料來源：中央氣象局)，不同行政區之間的溫度變化不大，記錄期間的平均溫度是 26.4°C (圖 32a)。其中 3 月份的平均溫度最低 (21.6°C)，7 月份的平均溫度最高 (28.9°C) (表 15)。累積降雨量與降雨日數的部分，安平區的累積雨量最多，降雨日數也最多，紀錄期間的總累積雨量是 2477.5 毫米，降雨日數是 83 天，其次是七股區，總累積雨量是 2182 毫米，降雨日數是 72 天，最後是安南區，總累積雨量是 2150 毫米，降雨日數是 65 天。三個行政區各個月份的降雨情況類似 (圖 32b)，最大累積降雨量和最長降雨日數都是在 8 月，三個區域的累積降雨量平均是 1243 毫米，平均降雨日數是 24 天，其次是 6 月，累積降雨量平均是 545.8 毫米，平均降雨日數是 14.3 天，接著是 7 月，累積降雨量平均是 301 毫米，平均降雨日數是 15 天，其他月份的累積降雨量都小於 100 毫米，且降雨日數也都少於 7 天 (表 15)。依據中央氣象局的降雨資料，可以明顯的看出台江地區的降雨集中在 6 月到 8 月這段期間。因此定義這段時間為濕季，其他月份都是乾季。

兩棲爬蟲類的活動受溫度、降雨等環境因子影響，因此藉由比較四季調查結果，可以判斷兩棲爬蟲在各季節的活動及變化。比較兩棲類在不同月份所調查到的個體數發現有明顯的變化，在濕季與濕季後的 9 月，調查到比較多的個體數 (表 16、表 18)。推測這些兩棲類的繁殖活動可能和降雨有關。

不同科的爬蟲類之間受到乾濕季的影響並不相同，蛇類在乾、濕季的個體數差異不大，主要影響蛇類出現的原因可能是溫度，在溫度較高的 5 月開始，蛇類被調查到的個體數開始增加 (表 17)。在壁虎科的疣尾蝎虎和石龍子科在濕季和濕季後的 9 月，的確能觀察到比較多的個體 (表 17)。而中華鱉和斑龜的個體數受到乾濕季的影響也不大 (表 17)，個體數多寡可能主要還是受到生殖季的影響，在斑龜的繁殖季 5、6 月能夠觀察到比較多的斑龜個體。

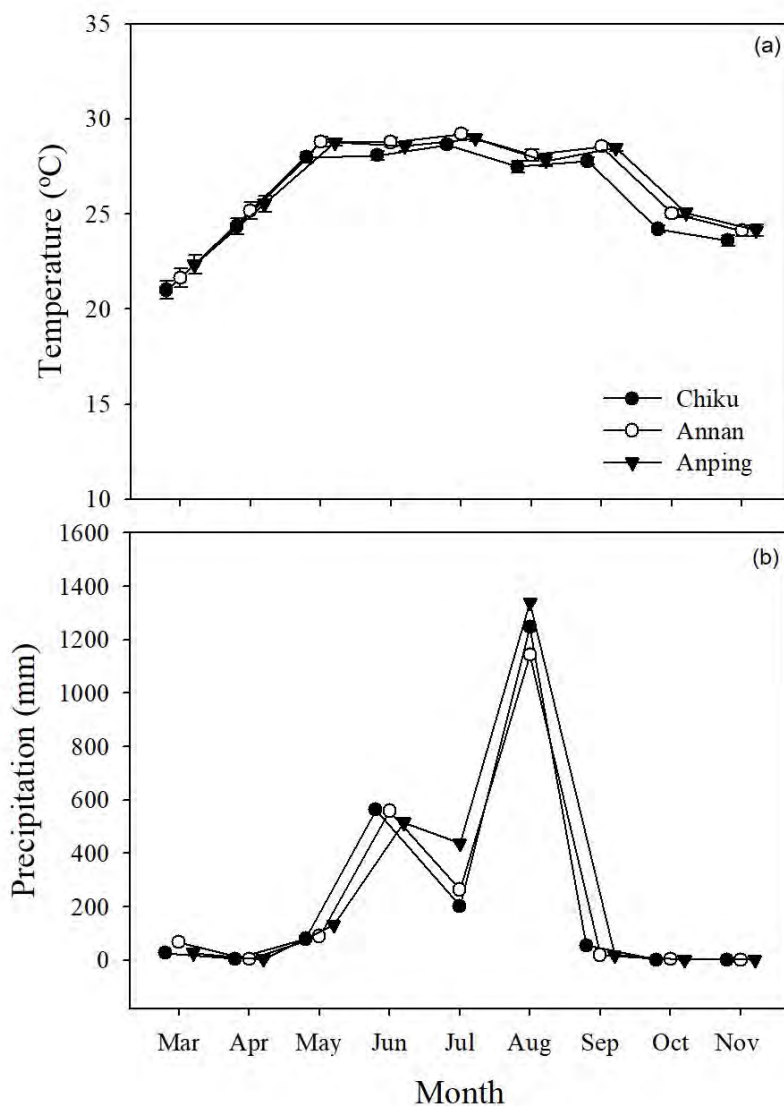


圖 32、台江國家公園 2018 年 3 月到 11 月氣候圖 (11 月資料截至 15 號)。(a)七股區、安平區與安南區氣溫變化、(b)七股區、安平區與安南區各月累積雨量變化。

表 15、2018 年 3 月到 11 月台江國家公園及週緣地區氣候資料（包含七股地區、安南區、安平區）

地區	月份								
	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月 (截至 15 號為止)
七股區									
平均氣溫 (°C)	21	24.3	27.9	28.2	28.6	27.5	27.8	24.2	23.6
累積雨量 (毫米)	27.5	5	79.5	202	202.5	1247	55	1.5	1.5
降雨天數 (日)	3	4	3	7	13	22	4	3	1
安南區									
平均氣溫 (°C)	21.6	25.2	28.8	29	29.2	28.1	28.6	25	24.1
累積雨量 (毫米)	68	4	89.5	203.5	264	1142	19	3	1.5
降雨天數 (日)	3	2	2	9	14	24	7	2	2
安平區									
平均氣溫 (°C)	22.3	25.5	28.8	28.8	29	27.8	28.5	25.1	24.1
累積雨量 (毫米)	26.5	4	132.5	240.5	436.5	1340	19.5	1	1.5
降雨天數 (日)	4	3	4	8	18	29	10	1	2

表 16、不同月份的兩棲類調查種類及個體數目。數字代表目視遇測法 (VEM) 加上路殺 (DOR) 以及掉落式陷阱的當月記錄之總隻數，羅母數字 I-IV 代表鳴叫計數法 (AST) 當月所記錄之最大鳴叫等級。△代表外來入侵種。

科名	中文種名	調查月份								備註
		3	4	5	6	7	8	9	10	
狹口蛙科	小雨蛙	1	0	2/IV	0	IV	5/IV	IV	0	
	亞洲錦蛙△	0	0	1	0	0	0	22	1	
赤蛙科	貢德氏赤蛙	2/II	0	4/II	3/I	III	II	5/I	0	
叉舌蛙科	澤蛙	1/II	3/I	2/IV	2/II	7/IV	75/IV	60/I	2	
	虎皮蛙	1	0	IV	1	III	4/I	28	0	
蟾蜍科	黑眶蟾蜍	0	0	1/IV	3/I	3/I	0	6	0	
樹蟾科	中國樹蟾	0	0	0	IV	0	0	0	0	
出現物種數		4	1	6	5	5	4	6	1	
平均溫度 (°C)		21.7	25	28.5	28.5	28.9	27.8	28.3	24.8	
平均累積雨量 (毫米)		40.7	4.3	100.5	545.8	301	1243	31.2	1.8	
平均降雨日數 (天)		3.3	3	3	14.3	15	24	7	2	

表 17、不同月份的爬蟲類調查種類及個體數目。數字代表目視遇測法 (VEM) 加上路殺 (DOR) 以及掉落式陷阱與龜鱉類陷阱調查的當月記錄之總隻數，羅母數字 I-IV 代表鳴叫計數法 (AST) 當月所記錄之最大鳴叫等級。△ 代表外來入侵種，◎代表臺灣特有種。

科名	中文種名	乾季			濕季				乾季
		3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
蝙蝠蛇科	雨傘節	1	0	1	0	2	1	1	0
	眼鏡蛇	0	0	3	0	1	0	1	0
黃頰蛇科	花浪蛇	2	1	1	1	1	1	0	0
	王錦蛇	1	0	0	1	0	1	0	0
	青蛇	0	0	1	0	0	0	0	0
	南蛇	0	1	2	4	1	0	1	1
	紅斑蛇	0	0	0	0	0	0	0	0
	草花蛇	0	0	0	1	0	0	3	0
	細紋南蛇	0	0	0	0	0	1	0	0
	赤背松柏根	0	0	0	0	1	0	0	0
	盲蛇科	鈎盲蛇	2	0	1	0	0	1	0
壁虎科	鉛山壁虎	0	1	1	0	1	0	0	0
	無疣蝎虎	10	0	1	0	5	0	0	0
	疣尾蝎虎	93	38	161/III	60/II	116/II	251/II I	174/II	37
石龍子科	長尾真稜蜥	1	1	3	6	2	3	2	1
	印度蜓蜥	1	0	0	0	0	0	0	0
	多線真稜蜥△	5	1	7	3	12	4	27	11
正蜥科	蓬萊草蜥◎	0	0	0	1	0	0	0	0
鱉科	中華鱉	1	1	2	1	0	0	0	0
地龜科	斑龜	8	15	24	23	17	12	7	2
出現物種數		11	8	13	10	11	9	8	6
平均溫度 (°C)		21.7	25	28.5	28.5	28.9	27.8	28.3	24.8
平均累積雨量 (毫米)		40.7	4.3	100.5	545.8	301	1243	31.2	1.8
平均降雨日數 (天)		3.3	3	3	14.3	15	24	7	2

表 18、兩棲類出現的網格及鳴叫計數的比較結果

中文名	第一季調查 (3、4 月)		第二季調查 (5、6 月)		第三季調查 (7、8 月)		第四季調查 (9、10 月)	
	網格涵蓋率 (%)	鳴叫計數 (資料數)	網格涵蓋率 (%)	鳴叫計數 (資料數)	網格涵蓋率 (%)	鳴叫計數 (資料數)	網格涵蓋率 (%)	鳴叫計數 (資料數)
狹口蛙科								
小雨蛙	0.6	0	6.4	9	11	17	3	5
亞洲錦蛙	0	0	0.6	0	0	0	3.5	0
赤蛙科								
貢德氏赤蛙	2.9	3	6.4	8	15	29	2.9	2
叉舌蛙科								
澤蛙	2.9	4	19	30	34	53	13	6
虎皮蛙	0.5	1	3.5	6	2.3	2	5.2	0
蟾蜍科								
黑眶蟾蜍	4.1	5	7.2	7	1.8	1	3.5	0
樹蟾科								
中國樹蟾	0	0	0	1	0	0	0	0
總計		13		62		102		13

第四節 提出台江國家公園兩棲爬蟲類監測標準作業程序

壹、定訂台江國家公園兩棲爬蟲類監測標準作業程序與原則

台江國家公園兩棲爬蟲類監測標準作業程序，乃依據今年度兩棲爬蟲生態資源基礎調查的成果與兩棲爬蟲類監測方法進行撰述，內容包括兩棲爬蟲類常用的監測方法和監測樣區劃設與執行規範，另外，有鑑於斑龜於本年度調查數量不少，因此也針對斑龜調查與永久標記標準作業流程。詳細作業程序請見附錄七。

生態調查 (ecological investigation) 係指有系統性地針對某類事物進行觀察及測量，其目的是希望藉由簡單、標準的程序，而對整體結構有初步的瞭解；而監測 (monitoring) 為連續取樣調查紀錄某有關資料，以便與參考系統或已確定的基線做比較 (馮豐隆, 1995)。如果想要知道某地區有哪些生物？這些生物隨著季節的消長？哪些生物近年來逐漸減少？種種的問題都必需經過一連串的調查來獲得結果，隨著目的的不同，就必須選用適當的調查方法。通常整個調查過程中，幾乎不只調查一次而已，所以為了使得每次的調查結果都能夠進行比較，研究者必須選定一標準的調查方式，從一而終的採用相同方法，並且具體的描述方法過程，以便後人能夠依循此法進行重複 (國立東華大學, 2009)，常見的兩棲爬蟲類監測方法請見附錄七。

任何調查與監測計畫都必須注意到：(1) 對象、目的為何；(2) 選用方法標準否；(3) 結果是否具有代表性。生物資源調查：瞭解某地區的某類生物組成。所以，我們必須知道調查範圍的大小，是要進行整個區域的普查，或是特定區域的抽查；其次，決定調查的對象後，要慎選使用的調查方法；最後，再分析所調查的資料，討論此結果是否能解答先前的問題 (國立東華大學, 2009)。

貳、樣區劃設與執行建議

本計畫所劃設之網格尺度為 500 × 500 公尺，網格涵蓋所有台江國家公園範圍，未

來的調查可以利用本計畫所畫設的網格，進行兩棲爬蟲類調查，累積的資料可能可以做為其他議題的分析。本計畫已經針對全部的網格執行一年的調查，大致上了解台江國家公園範圍內的兩棲爬蟲動物名錄與較多兩棲爬蟲類分布的網格位置，為了快速累積資料以及精簡人力，本計畫建議每 3-5 年執行一次全部網格的兩棲爬蟲類複查，並且由專業的團隊進行調查。而每年的例行調查計畫，可以簡化，由志工或巡查人員執行，在兩棲爬蟲種類與數量較多的區域中的網格進行調查，包括管一（鹽水溪水域一般管制區）與管二（台江學園一般管制區）的 163、165、167、171 號網格，以及管五（鹿耳門溪沿岸一般管制區）的 83、84、86、87、88 號網格，還有管六（城西一般管制區）的 97、98、105、112 號網格（圖 25）。

本研究亦針對不同類群統整出最能夠觀察到最多數物種的方法，供日後台江國家公園進行監測之用。爬蟲類的部分，若使用路殺調查 (RK) 與穿越線目視預測法 (VEM) 的兩種調查方式，能夠調查到 19 種物種（本計畫總共調查到 20 種爬蟲類），然而，掉落式陷阱調查能夠發現的物種比較侷限，僅比目視調查多出一種為蓬萊草蜥，而蓬萊草蜥也僅在臺南大學七股校區的掉落式陷阱調查中記錄過一次，因此建議未來監測調查能夠以目視遇測和路殺記錄為主。

兩棲類的部分，根據過去文獻描述與本次計畫調查結果，推測台江國家公園範圍內可能有 9 種兩棲類，使用鳴叫計數法 (AST) 與目視遇測法能夠調查到 6 種兩棲類，在本計畫執行期間，鳴叫計數法額外調查到中國樹蟾，而目視遇測法額外調查到亞洲錦蛙。中國樹蟾由於分布在北棟榔屬於台江國家公園範圍之外，並未在此設立網格進行穿越線調查（目視預測法）；亞洲錦蛙分布在管六（城西一般管制區）及特三（城西濕地特別景觀區），目前尚未觀察到繁殖鳴叫的情形，但卻目擊到 23 隻個體。亞洲錦蛙繁殖能力強，且較無天敵生物，一旦建立族群，其族群量增加的速度很快，日後宜持續監測其在台江國家公園範圍內的族群動態，並建議開始進行移除。

路殺記錄能夠調查到 4 種物種，掉落式陷阱僅能夠捕捉到 2 種物種，因此建議未來監測方式為，在管（三）城西保安林區周圍設置網格進行穿越線目視遇測法與鳴叫計數法，來監測亞洲錦蛙的分布與繁殖情況，在其他物種豐富度高的地區能夠以鳴叫

計數法調查即可，鳴叫計數法也能以自動錄音機進行，節省人力成本。

本計畫也建置台江國家公園之網格系統，因此可以根據本調查的方式來進行。最基本的調查法就是使用「穿越線法」配合目視遇測法與鳴叫計數同時進行，至於其他方法則由規劃當季調查的人員自行決定，但最終都需要在研究方法中詳細描述所採用的方法，這樣往後的調查計畫才能有效地使用並且比較結果的差異。更詳細的標準作業流程之作業規範請見附錄七。以下介紹穿越線法與目視遇測法、鳴叫計數和路殺記錄的實施細節。

穿越線法 (transects)：

穿越線法是調查者一定的路線上，利用緩步前進的方式，使用簡單的目視遇測法與鳴叫計數法，在日間或夜間按照預先選擇的穿越線來記錄看到與聽到多少兩棲爬蟲類，包含種類與隻數，或者可以與被動取樣法結合使用，像是沿著穿越線架設5個掉落式陷阱等。調查線的長度是固定的，可以在調查開始前依照調查人力做調整。穿越線的左右寬度範圍通常為1.5-2公尺，這距離是基於肉眼能辨識兩棲爬蟲類的距離，若穿越線選定的路幅寬度較寬，可以來回程觀察不同側。

目視遇測法 (Visual encounter method)：

此法係指研究人員在一特地時間內，有系統地走過一特定路線或區域，將眼睛所看到的所有種類與數量記錄下來。此法廣泛應用於蛙類的調查與監測，可獲得族群的相對數量。

鳴叫計數法 (Audio strip transects)：

本法遂利用蛙類獨特的求偶鳴叫行為，在特定穿越線中將兩側所聽到的種類數量記錄下來。用以瞭解物種組成、估算雄性成蛙的相對數量，進而估計族群相對數量；亦可針對繁殖行為與棲地或天氣之關係。但本法受限於調查人員對鳴叫聲音之辨識、聽力與辨析數量的能力；再加上各物種繁殖季節不同，且鳴叫的音頻與音量差異甚

大，例如：相距 100m 處有兩蛙同時鳴叫，其中一蛙鳴叫大聲而聽得到；另一蛙卻鳴叫小聲而聽不到，這樣情況下則會低估後者的數量。所以，一般調查鮮少單獨使用此法，多與其他方法配合。

路殺記錄 (Road killed)：

路殺記錄能夠不僅侷限於網格樣區與穿越線，發現路殺兩棲爬蟲生物，首先，若個體在車道上，須將個體移動到道路兩側，在安全的狀況下完成紀錄。記錄時，需要包含發現地點的 GPS 點位資料。如果是完整的爬蟲類可以撿拾，並以冷凍的方式寄送到特有生物中心。不需要撿拾的屍體，請移置路旁的草叢。

參、斑龜調查與標記作業建議

斑龜的捕捉以魚籠陷阱為主，在魚籠內放置餌料，吸引斑龜進入魚籠。本計畫的調查成果顯示，斑龜的捕捉率從 5 月開始大幅提升，直到 8 月過後捕捉率開始大幅下降。因此為了提升捕捉效率與節省人力，建議未來台江國家公園管理處可以在 5 月到 8 月的這段時間進行斑龜的捕捉與標放。樣點的選擇也可以參考本計畫之點位，擺放在捕獲率較高的樣點做長期監測，分別是城西焚化廠、台管處、安清路 (表 1、表 9)。為了達到每隻個體的編號是獨一無二的，建議後續在台江計區標放的編號延續本計畫所上標的編號，以利後續個體的追蹤。詳細作業程序請見附錄七。

第五節 研擬台江國家公園兩棲爬蟲類經營管理策略

根據本次計畫的調查結果，經過徵詢中國文化大學巫奇勳副教授與東海大學關永才特聘教授的建議（附錄八、九），以及本團隊定期會議討論之後，對於台江國家公園兩棲爬蟲類經營管理有的建議分為外來入侵種監測、研究發展和環境教育三類。

壹、外來入侵種監測

入侵外來種調查方面，除了有多線真稜蜥外，本研究計畫也首次在台江國家公園範圍內發現了外來入侵種亞洲錦蛙，針對以上兩個外來入侵種提出防治建議。

一、多線真稜蜥

多線真稜蜥入侵台灣南部地區歷史已約 30 年，本年度調查也發現多線真稜蜥在台江地區分布廣泛且數量不少，顯示多線真稜蜥在台江地區以建立穩定的族群，如果要全面移除恐怕效果有限。本研究建議應以持續監測追蹤多線真稜蜥在台江的分布範圍及族群數量變化。移除方面，多線真稜蜥移動快速，建議以導板式陷阱捕抓，放置在多線真稜蜥出沒頻率高的地區（鹽田文化村、鹽水溪岸、四草魚塭區）並於繁殖期高峰（10、11 月）進行移除。陷阱捕抓的優點是不用人力徒手捕抓，可延長捕抓時間，為了捕獲率設置的陷阱密度應該要比本研究的設置數為高，然而應該有多少陷阱才能有效的提高捕獲率，可為日後收集資料之工作項目。

二、亞洲錦蛙

目前亞洲錦蛙的分布侷限在城西防風林一帶，整年度調查都沒有聽到雄蛙求偶的鳴叫聲，且目視發現的個體也不大，推測亞洲錦蛙入侵台江時間並不長。建議，針對

族群尚未擴散的亞洲錦蛙能利用每年春、夏季連續降雨時持續監測，並直接徒手移除成體，若有蝌蚪則以撈網撈除，同時瞭解亞洲錦蛙在台江國家公園的分布及族群量。另外，本年度調查並未紀錄到亞洲錦蛙鳴叫及卵塊或蝌蚪，建議，日後能針對亞洲錦蛙出現的網格及週緣地區設置錄音機或觀察防風林內的水池以確定亞洲錦蛙在台江地區是否有繁殖活動。

貳、研究發展

本計畫調查的成果可瞭解目前台江地區兩棲爬蟲動物的資源現況，其中發現的台江兩棲類與龜鱉類使用的水域多為半淡鹹水體，顯示這些棲息於台江國家公園範圍的兩棲類與龜鱉類對於含有鹽分的水體已經具有相當程度的適應。

兩棲類由於皮膚通透性較高，而且生活史無法完全脫離水域，在半淡鹹水的環境較難維持體內的滲透壓平衡。但在過去文獻中也發現，世界上仍有部分兩棲類（比例約全世界蛙類的 2%）的成體或蝌蚪被記錄能夠利用半淡鹹水的環境 (Hopkins & Brodie Jr, 2015)，這些種類的蛙類可能是透過生理的機制，來適應有鹽度壓力的環境，像是食蟹蛙 (*Fejervarya cancrivora*) 飼養在高鹽度的環境，會增加蝌蚪內腮表皮下不同型態的 MR 細胞 (mitochondriarich cell)，來調節體內離子濃度 (Uchiyama & Yoshizawa, 1992)。雖然關於蝌蚪適應鹽度環境的生理調節已經有些許的研究，但是了解仍有限 (巫奇勳 & 關永才, 2009)。

台江地區的兩棲爬蟲種類多屬於低海拔常見的廣布種，因此台江地區提供了研究區域性適應 (local adaptation) 的良好環境。族群間面對不同的鹽度壓力，鹽度造成的汰擇壓力 (nature selection)，若造成族群間的表型或基因型出現改變，使得該族群的行為、生理或生活史特徵上更適合生活在半淡鹹水的環境，形成的結果是本地族群在鹽度壓力的環境下，其適存值 (fitness) 會比外來族群的適存值更高。而在過去的研究中發現，台江地區的城西族群與淡水族群 (台南市歸仁區、桃園市) 的澤蛙蝌蚪生長發育，飼養在 9 ppt 鹽度下只有城西族群能夠順利完成變態，在 7 ppt 鹽度下也比淡水族群

更早變態，而且變態體重還更重，顯示城西族群的澤蛙蝌蚪比較能夠適應高鹽度環境(宋紹民, 2018)。除了澤蛙之外，台江還有許多不同的兩棲類以及爬蟲類的龜鱉目，對於鹽度的適應機制都有待更進一步的了解。

有鑒於目前相關文獻仍缺乏，後續可針對以上類群進行鹽度壓力下的適應及面臨潛在威脅進行研究，並將資料轉化做為解說或環境教育之應用素材。

參、生態解說與環境教育

本計畫成果可提供台江國家公園發展生態解說，與設計環境教育課程之基礎資料，除了外部的推廣教育之外，如國家公園日後擬透過內部志工進行監測調查或解說服務，亦可以本計畫成果進行培訓，讓志工可以具備辨識能力、調查能力和解說技巧後，協助台江國家公園管理處進行相關工作。

路殺方面，本研究計畫發現路殺熱點為安清路的垃圾車專用道上，且路殺集中在安清路與安義路交界處。路殺高峰發生在5、6月，以斑龜發生的路殺次數最多，推測跟斑龜的繁殖活動有關。建議設置適當的改善措施；例如，設置告示牌，並加強宣導附近居民及焚化廠員工，降低在安清路上的行駛車速，以減少對野生動物的危害。

在移除外來入侵種方面，需在移除行動開始之前，加強志工或民眾對外來入侵種的辨識，避免誤判造成本土種的危害。另外有鑑於外來入侵種移除往往會有生命權的爭議，然而一旦錯過防治外來入侵種的黃金時期，要談防治就相當不容易。透過環境教育課程，可探討外來入侵生物對生態系統的危害，並釐清移除與防治外來入侵生物的環境倫理觀，有助於日後台江國家公園外來入侵生物管理的成效。

第五章 結論與建議

第一節 結論

本計畫收集文獻的過程中，有關於台江國家公園及其週緣地區兩棲爬蟲類相關的資料並不算多，名錄的部分主要來自相關環評報告、研究計畫成果報告、地方志，另外還有數篇針對兩棲類鹽度適應的碩博士論文與國內外期刊論文。本計畫調查到的爬蟲類物種與之前文獻的名錄比較，過去曾經在臺南安平一帶有記錄的黑眉曙蛇（黑眉錦蛇）、鉛色水蛇、赤腹游蛇，在本調查並未實際被記錄到，而本計畫新記錄到的物種包括鈎盲蛇、青蛇、紅斑蛇和赤背松柏根 4 種。

台江國家公園兩棲爬蟲類動物組成以台灣低地平原常見種類為主，在本調查計畫中總共調查到兩棲類共 4 科 6 種（台江國家公園範圍內），爬蟲類共 8 科 20 種。兩棲類種類較多的地點是在管七（曾文溪一般管制區）的網格 56（4 種）；接近安清路與管五（鹿耳門溪沿岸）的 83（4 種）、86（4 種）、87（4 種）、88（4 種）；管六（城西一般管制區）、管四（安南魚塢一般管制區）與特四（安南沿岸保安林區）範圍的 105（6 種）、111（4 種）、112（5 種）號網格。其中以澤蛙的網格涵蓋率最高（49%），其次為貢德氏赤蛙（20%），而黑眶蟾蜍與小雨蛙次之（兩種都是 14%）。

爬蟲動物種類較多的地點是在接近安清路與管五（鹿耳門溪沿岸）網格 83（6 種）與 84（5 種）；管六（城西一般管制區）的網格 97（4 種）、98（4 種）、105（4 種）、112（5 種）；管一（鹽水溪水域一般管制區）與管二（台江學園一般管制區）的網格 143（4 種）、163（5 種）、165（5 種）。爬蟲類中以蛇類調查到的物種數最多，總共記錄到 3 科 11 種，但個體數不多，且大多數的個體是以路殺記錄的方式發現。其中青蛇的路殺記錄分布位置，經查閱相關資料庫後發現，此筆紀錄是台灣西半部離海最近的 1 筆紀錄。至於青蛇在台江國家公園內的族群分布與數量等，還需要進一步研究。壁虎科總共調查到 3 種，其中以疣尾蝎虎數量最多而且分布最廣，網格涵蓋率達到 86%。蜥蜴

類總共調查到 2 科 4 種，其中以外來入侵種的多線真稜蜥數量最多，分布最廣（網格涵蓋率 22%）。龜鱉目總共調查到 2 科 2 種，本調查計畫也搭配魚籠陷阱，捕捉斑龜 53 隻次，並標放了 43 隻個體，希望未來能持續進行標放，使資料更為完整，才能做更精確的族群量估算。

本調查計畫也從路殺記錄中發現，台江國家公園與周緣地區發生路殺的熱區在安清路與安義路口交界處（非網格內），其次為在府安路七段的 163 號網格與安清路一段的 84 號及 83 號網格與四草大道 438 巷的 158 號網格。爬蟲類發生最常被路殺的物種是斑龜，發生的地點集中在安清路與安億路的交界處，推測原因可能是因為安清路兩側有不少的休漁漁塭，適合斑龜的棲息。兩棲類則是黑眶蟾蜍路殺數量最多，主要發生在 158 號網格。

對應分析的結果發現，土地利用類型中隨著農地與建地的面積越大，黑眶蟾蜍、長尾真稜蜥、小雨蛙出現的比例越高。而澤蛙與斑龜的棲地除了受農地和建地的影響外，也和草生地的面積有關。但在疣尾蝟虎和多線真稜蜥，這兩種在台江國家公園內廣泛分布的物種，則看不出偏好哪一類型的土地利用類型。

棲地佔據模式分析結果發現，兩棲類主要受到建地、農地、草生地和水域的面積比例影響比較大，這四類的棲地類型出現在較佳的模式中的次數較多。對於爬蟲類來說，則是農地、建地、及水域，為主要影響棲地佔有率棲地類型。無論是兩棲類或爬蟲類，棲地佔據模式的結果和對應分析的結果類似。

本調查計畫在台江國家公園範圍內發現外來入侵種的多線真稜蜥與亞洲錦蛙。多線真稜蜥入侵台灣南部地區歷史已約 30 年，本年度調查也發現多線真稜蜥在台江國家公園範圍內的分布廣泛且數量不少，顯示多線真稜蜥在台江地區以建立穩定的族群，建議可以進行監測，但是若要全面移除，恐怕效果有限。而亞洲錦蛙的分布侷限在管六（城西一般管制區）及特三（城西濕地特別景觀區）一帶，今年的調查未聽到雄蛙求偶的鳴叫聲，且目視發現的個體也不大，推測亞洲錦蛙入侵台江時間並不長。建議針對族群尚未擴散的亞洲錦蛙能利用每年春、夏季連續降雨時持續監測，並直接徒手移除成體，若有蝌蚪則以撈網撈除，同時瞭解亞洲錦蛙在台江國家公園的分布及族

群量。另外，本年度調查並未記錄到亞洲錦蛙鳴叫、卵塊或蝌蚪，建議日後能針對亞洲錦蛙出現的網格及週緣地區設置錄音機或觀察防風林內的水池以確定亞洲錦蛙在台江地區是否有繁殖活動。

在移除外來入侵種方面，需在移除行動開始之前，加強志工或民眾對外來入侵種的辨識，避免誤判造成本土種的危害。另外有鑑於外來入侵種移除往往會有生命權的爭議，然而一旦錯過防治外來入侵種的黃金時期，要談防治就相當不容易，透過環境教育課程，可探討外來入侵生物對生態系統的危害，並釐清移除與防治外來入侵生物的環境倫理觀，有助於日後台江國家公園外來入侵生物管理的成效。

第二節 建議

建議一、成立兩棲爬蟲監測志工小組，並且定期舉辦培訓。(短、中期建議)

成立兩棲爬蟲監測志工小組，並且定期舉辦培訓。本計畫已經針對全部的網格進行一年的普查，大致上了解台江國家公園範圍內的兩棲爬蟲動物資源，與具有較多兩棲爬蟲類分布的區域與網格，為了快速累積資料以及精簡人力，本計畫建議可以每年在熱點範圍進行兩棲爬蟲的例行調查，方式可以簡化，由志工或巡查人員執行，熱點範圍包括管一（鹽水溪水域一般管制區）與管二（台江學園一般管制區）的 163、165、167、171 號網格，管五（鹿耳門溪沿岸一般管制區）的 83、84、86、87、88 號網格以及管六（城西一般管制區）、管四（安南魚塢一般管制區）與特四（安南沿岸保安林區）的 97、98、105、112 號網格。

建議二、針對亞洲錦蛙監測與移除。(短、中期建議)

針對城西防風林與週緣地區的亞洲錦蛙族群做持續的監測，監測的內容包含族群量、是否有繁殖活動、分布範圍。著手規劃移除計畫，針對成體與蝌蚪、蛙卵進行移除。捕捉移除時記錄數量資料，使用 catch-effort model 來估算在城西防風林的亞洲錦蛙族群數量。根據侯平君, 陳清旗, & 張麗文. (2011)在高雄都會公園所進行的族群動態趨勢及管理的模擬分析，發現若僅移除成體或只撈除蝌蚪與卵的作法，對整體族群數量抑制的幅度相當有限，需要兩者併行，也就是撈除整體族群 50%的卵及蝌蚪，並且移除 30%的成體與小蛙，為最有效下降族群量的方法。但目前尚未了解城西防風林的亞洲錦蛙族群數量，希望管理處一方面先著手開始移除，不論是蛙卵、蝌蚪、小蛙或成蛙，同時也開始進行相關的族群數量估算，估算完成後找出較有效率的移除方式。而基於人道處理，捕捉到的個體可以放入冷凍庫，讓個體啟動抗凍機制後逐漸死亡，死亡的個體也能聯絡相關研究單位，作為研究樣本。

建議三、持續針對斑龜做標放。(短、中期建議)

本計畫已經在今年調查到 53 隻次的斑龜，並且了對 43 隻個體進行永久標記，但樣本數與再捕獲率仍不足以分析族群量。建議台江國家公園可以持續針對斑龜進行調查與標放，來了解斑龜在台江國家公園內的族群數量，甚至針對棲地忠誠度、個體移動進行探討。另外，由於斑龜為爬蟲類中主要被路殺的種類，並且發生的地區集中，因此了解斑龜的族群數量，有利於在相關單位針對路殺熱點做改善的參考。

建議四、持續監測台江國家公園內的兩棲爬蟲動物。(中、長期建議)

建議往後的 3-5 年執行一次全部網格的兩棲爬蟲類複查，並且由專業的團隊進行調查。而樣區網格的劃設，可延續本調查計畫所劃設的範圍，以利長期資料的累積。有鑑於氣候變遷、棲地管理與人為活動等因素，皆有可能造成兩棲爬蟲類種類組成與族群變化的影響，透過兩棲爬蟲類長期監測資料，了解兩棲爬蟲種類與分布是否變化，可提供台江國家公園了解對兩棲爬蟲類生物的影響因子，並藉以提出對應的管理策略。

第六章 參考資料

- 大港社區發展協會. (2012). 101 年度鹽水溪口濕地(東側)國家重要溼地保育行動計畫成果報告書. Retrieved from 內政部營建署城鄉發展分署:
- 台灣世曦工程顧問股份有限公司. (2017a). 臺南市政府委託公民營事業辦理新吉工業區開發、租售及管理計畫, 106 年第 2 季環境監測工作報告. Retrieved from 台南市政府:
- 台灣世曦工程顧問股份有限公司. (2017b). 臺南市政府委託公民營事業辦理新吉工業區開發、租售及管理計畫, 106 年第 3 季環境監測工作報告. Retrieved from 台南市政府:
- 宋紹民. (2018). 鹽度對不同族群澤蛙 *Fejervarya limnocharis* 蝌蚪存活、生長發育與變態特徵的影響. 國立臺南大學, 台南市.
- 巫奇勳, & 關永才. (2009). 半淡鹹水域蝌蚪的鹽度適應與滲透調節. *Chinese Bioscience*, 25.
- 李淑玲. (2006). 西港鄉聚落的拓墾與開發之研究. 國立臺南大學, 台南市.
- 林俊全. (2012). 台江國家公園自然地景資源調查. Retrieved from 台江國家公園:
- 林朝成, 鄭水萍, & 鍾廣吉. (1998). 安平區志. Retrieved from 臺南市安平區公所:
- 侯平君, 陳清旗, & 張麗文. (2011). 入侵外來種族群控制與監測計畫-亞洲錦蛙 (三). Retrieved from 行政院農委會林務局補助計畫:
- 衍生工程顧問有限公司. (2009). 台江黑水溝國家公園區內生態旅遊資源調查暨經營管理先期規劃案. Retrieved from 內政部營建署:
- 國立東華大學. (2009). 兩棲類監測標準作業手冊. 台北市: 行政院農業委員會林務局.
- 莊孟憲. (2005). 四草蛙類簡介. *台灣濕地*, 58, 40-43.
- 馮豐隆. (1995). 生物與生態監測. *台灣林業*, 21, 12-18.
- 楊懿如, 向高世, 李鵬翔, & 李承恩. (2008). 台灣兩棲動物野外調查手冊: 行政院農委會林務局.
- 葉秋好. (2005). 台灣沿海溼地草澤之植群生態研究. 國立中山大學, 高雄市.
- 鄭郁潔. (2017). 鹽度對生活在半淡鹹水蝌蚪高溫耐受度的影響. 東海大學, 台中市.
- 關永才, 巫奇勳, 徐敏益, 林逸賢, & 莊銘豐. (2004). 兩棲爬行動物資源調查方法及技術. Paper presented at the 整合性生物資源調查人力培訓研習會, 國立中興大學.
- Agha, M., Ennen, J. R., Bower, D. S., Nowakowski, A. J., Sweat, S. C., & Todd, B. D. (2018). Salinity tolerances and use of saline environments by freshwater turtles: implications of sea level rise. *Biological Reviews*, 93, 1634-1648.
- Balinsky, J. B. (1981). Adaptation of nitrogen metabolism to hyperosmotic environment in amphibia. *Journal of Experimental Zoology*, 215(3), 335-350.
- Boutilier, R., Donohoe, P., Tattersall, G., & West, T. (1997). Hypometabolic homeostasis in

- overwintering aquatic amphibians. *Journal of Experimental Biology*, 200(2), 387-400.
- Cagle, F. R. (1939). A system of marking turtles for future identification. *Copeia*, 1939(3), 170-173.
- Chan, S. H., & Goh, C. (2010). Frogs of Sungei Buloh Wetland Reserve (Amphibia: Anura). *Nature in Singapore*, 3, 103-116.
- Chang, Y. M., Wu, C. S., Huang, Y. S., Sung, S. M., & Hwang, W. B. (2016). Occurrence and reproduction of anurans in brackish water in a coastal forest in Taiwan. *Herpetology Notes*, 9, 291-295.
- Chen, T. H., & Lue, K. Y. (2010). Population status and distribution of freshwater turtles in Taiwan. *Oryx*, 44(2), 261-266.
- Hopkins, G. R., & Brodie Jr, E. D. (2015). Occurrence of amphibians in saline habitats: a review and evolutionary perspective. *Herpetological Monographs*, 29, 1-27.
- Jena, S., Palita, S., & Mahapatra, M. (2013). Anurans of Bhitarkanika mangroves, Odisha, east coast of India. *Check List*, 9(2), 400-404.
- Karraker, N. E. (2007). Are embryonic and larval green frogs (*Rana clamitans*) insensitive to road deicing salt? *Herpetological Conservation and Biology*.
- Karraker, N. E., Arrigoni, J., & Dudgeon, D. (2010). Effects of increased salinity and an introduced predator on lowland amphibians in Southern China: species identity matters. *Biological Conservation*, 143(5), 1079-1086.
- Kearney, B. D., Byrne, P. G., & Reina, R. D. (2012). Larval tolerance to salinity in three species of Australian anuran: an indication of saline specialisation in *Litoria aurea*. *PLoS One*, 7(8), e43427.
- Lee, S. M. L., Wong, W. P., Hiong, K. C., Loong, A., Chew, S. F., & Ip, Y. K. (2006). Nitrogen metabolism and excretion in the aquatic chinese soft-shelled turtle, *Pelodiscus sinensis*, exposed to a progressive increase in ambient salinity. *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological Genetics and Physiology*, 305(12), 995-1009.
- Moreira, L. F. B., Knauth, D. S., & Maltchik, L. (2015). Intermittently closed estuaries and tadpole communities: influence of artificial breaching. *Estuaries and Coasts*, 38(3), 979-987.
- Nidup, T., Wangkulanku, S., Satasook, C., Bates, P. J. J., & Juthong, W. (2013). Diversity of frog (Amphibia: Anura) and the correlation of habitat heterogeneity in Tarutao Island, Thailand.
- Pyke, G., White, A., Bishop, P., & Waldman, B. (2002). Habitat-use by the green and golden bell frog *Litoria aurea* in Australia and New Zealand. *Australian Zoologist*, 32(1), 12-31.
- Rios-López, N. (2008). Effects of increased salinity on tadpoles of two anurans from a Caribbean coastal wetland in relation to their natural abundance. *Amphibia-Reptilia*,

29(1), 7-18.

Uchiyama, M., & Yoshizawa, H. (1992). Salinity tolerance and structure of external and internal gills in tadpoles of the crab-eating frog, *Rana cancrivora*. *Cell and Tissue research*, 267(1), 35-44.

Yang, Y. R. (1998). *A field guide to the frogs and toads of Taiwan*. Taipei.

附錄一 穿越線起訖經緯度座標 (WGS 84)

網格編號	起始點經度	起始點緯度	終點經度	終點緯度
1	120.070672	23.180769	120.070457	23.179910
2	120.086360	23.128195	120.086044	23.129177
3	120.091145	23.126730	120.091086	23.125778
4	120.065830	23.119572	120.064918	23.119182
5	120.070310	23.121629	120.069435	23.121209
6	120.077715	23.121480	120.077498	23.120593
7	120.096574	23.117756	120.095571	23.117983
8	120.056089	23.115126	120.055118	23.114717
9	120.060466	23.117144	120.059468	23.116680
10	120.091258	23.116567	120.090201	23.116902
11	120.095351	23.115309	120.094214	23.115644
12	120.099512	23.114212	120.098509	23.114467
13	120.050424	23.111924	120.049584	23.111321
14	120.042189	23.106280	120.041331	23.105678
15	120.044780	23.108036	120.044019	23.107508
16	120.087018	23.101839	120.087124	23.101135
17	120.094135	23.100037	120.093275	23.100080
18	120.098367	23.100957	120.098384	23.100143
19	120.103858	23.100744	120.103320	23.100552
20	120.108744	23.101805	120.108808	23.101527
21	120.112458	23.101880	120.112578	23.101082
22	120.116028	23.101980	120.115973	23.101364
23	120.124068	23.099079	120.123970	23.099850
24	120.127893	23.099183	120.127938	23.099717
25	120.088341	23.097711	120.089056	23.097772
26	120.095241	23.095173	120.094589	23.095327
27	120.099721	23.098033	120.099011	23.097970
28	120.104503	23.096728	120.103622	23.097058
29	120.110070	23.096515	120.109264	23.096429

台江國家公園陸域兩棲爬蟲類生態資源基礎調查

30	120.111094	23.097178	120.110727	23.097310
31	120.119566	23.095823	120.118920	23.096200
32	120.120644	23.095319	120.121557	23.094869
33	120.127900	23.095974	120.127975	23.096246
34	120.129937	23.095809	120.130745	23.095650
35	120.088106	23.091083	120.087440	23.090753
36	120.099263	23.093883	120.100028	23.094053
37	120.108319	23.092349	120.109121	23.092387
38	120.112404	23.093436	120.113382	23.093212
39	120.036088	23.095901	120.036096	23.097504
40	120.036500	23.091433	120.036371	23.093011
41	120.036777	23.086898	120.036737	23.088727
43	120.037193	23.082310	120.037042	23.083721
44	120.087401	23.083595	120.085991	23.082558
45	120.091673	23.085223	120.092664	23.084431
46	120.038778	23.078952	120.037662	23.079215
47	120.042379	23.077203	120.042240	23.078075
48	120.045401	23.079010	120.047181	23.079045
49	120.051439	23.079079	120.052759	23.079116
50	120.080061	23.078890	120.082019	23.080367
51	120.085667	23.077880	120.083313	23.078048
52	120.043551	23.074624	120.043039	23.075734
53	120.062330	23.072810	120.063260	23.073190
54	120.071876	23.072607	120.072955	23.073815
55	120.074225	23.074587	120.075674	23.075875
56	120.080107	23.074293	120.078471	23.074150
57	120.045722	23.069439	120.045227	23.070687
58	120.066673	23.071599	120.065804	23.071638
59	120.073195	23.068981	120.071682	23.068108
60	120.077889	23.070612	120.078128	23.069037
61	120.080589	23.070491	120.082041	23.070084
62	120.092736	23.070652	120.092091	23.070906
63	120.047933	23.064528	120.047377	23.066086

64	120.067665	23.064971	120.065694	23.063739
65	120.070986	23.067641	120.069060	23.065958
66	120.075465	23.067740	120.075896	23.066370
67	120.078686	23.065804	120.080101	23.066620
68	120.085724	23.064861	120.087177	23.066021
69	120.089753	23.065054	120.090517	23.065360
70	120.048842	23.061915	120.048427	23.063087
71	120.050050	23.059320	120.049680	23.060110
72	120.060690	23.059112	120.061775	23.060649
73	120.065926	23.060780	120.067521	23.062032
74	120.068768	23.062153	120.070799	23.061469
75	120.081769	23.061276	120.080926	23.060241
76	120.084163	23.060319	120.085423	23.060878
77	120.051500	23.055940	120.051120	23.056780
78	120.058300	23.055940	120.057760	23.055180
79	120.059540	23.057910	120.059000	23.057100
80	120.066419	23.056843	120.065685	23.055884
81	120.068833	23.058026	120.069689	23.057084
82	120.077276	23.056124	120.076121	23.054280
83	120.131037	23.056230	120.130262	23.055551
84	120.133717	23.058332	120.132882	23.057690
85	120.074469	23.050797	120.074422	23.052003
86	120.126294	23.052801	120.125499	23.052140
87	120.130638	23.053139	120.129737	23.052636
88	120.132766	23.054210	120.132173	23.053866
89	120.071329	23.047857	120.070524	23.046790
90	120.075577	23.047342	120.074888	23.049159
91	120.081168	23.046245	120.080568	23.047140
92	120.109430	23.046950	120.108617	23.046816
93	120.126422	23.049245	120.125912	23.048336
94	120.143738	23.047260	120.142989	23.046462
95	120.067912	23.041799	120.068158	23.041648
96	120.069799	23.044863	120.070916	23.044387

台江國家公園陸域兩棲爬蟲類生態資源基礎調查

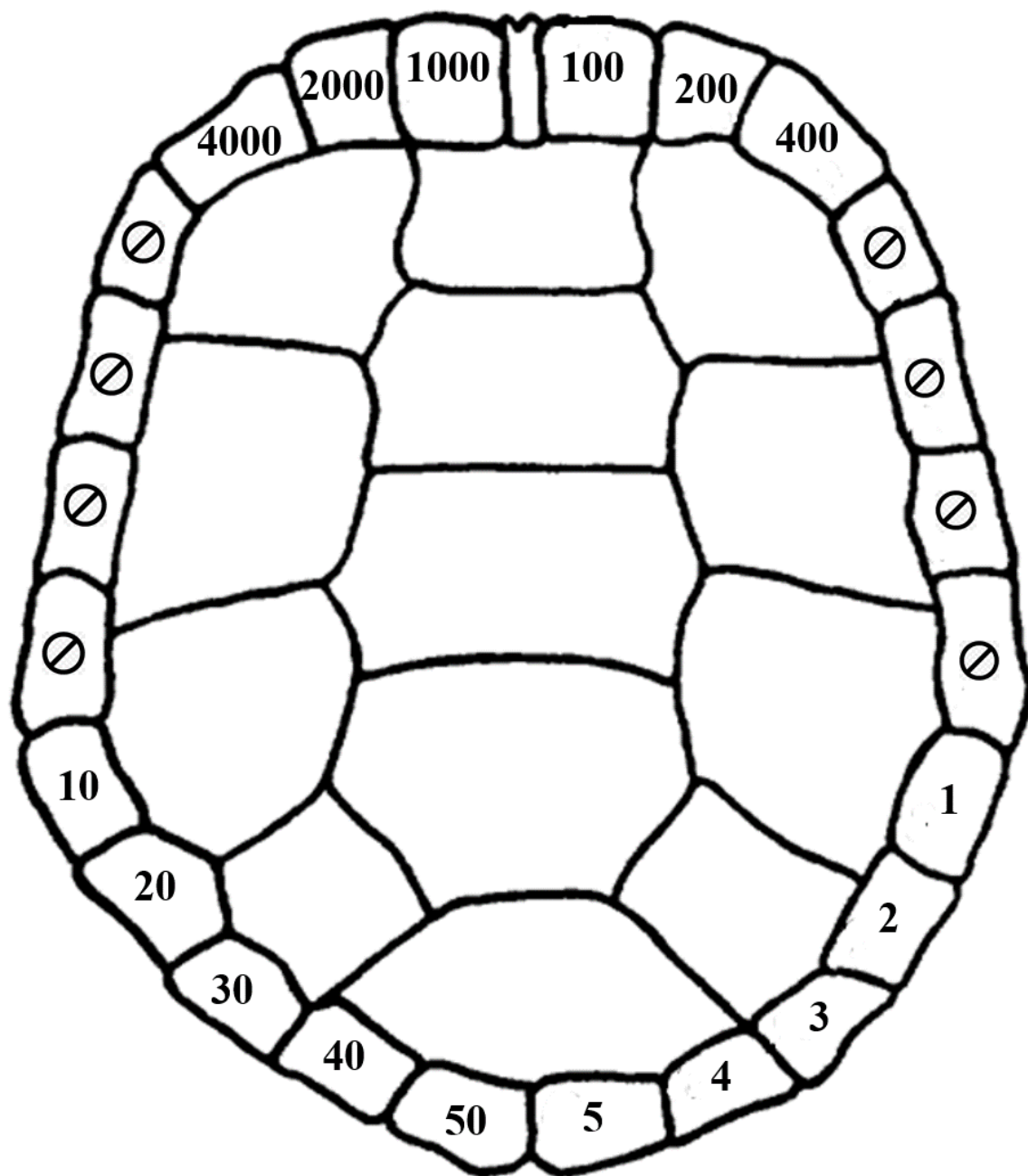
97	120.076616	23.040727	120.076742	23.041304
98	120.080166	23.043635	120.081257	23.042807
99	120.110488	23.043161	120.110527	23.043984
100	120.124690	23.043165	120.125134	23.044091
101	120.134921	23.042729	120.134126	23.043176
102	120.141330	23.044278	120.140532	23.043595
103	120.143057	23.042818	120.143697	23.043532
104	120.071207	23.040400	120.073001	23.039911
105	120.076322	23.039116	120.076724	23.039970
106	120.081725	23.036779	120.081275	23.037205
107	120.101031	23.038562	120.100093	23.037974
108	120.110800	23.037867	120.111694	23.037953
109	120.113082	23.039834	120.113559	23.040263
110	120.122536	23.039549	120.123096	23.040399
111	120.087481	23.033498	120.086313	23.034009
112	120.094525	23.032788	120.094122	23.032148
113	120.099256	23.035126	120.099349	23.034630
114	120.114423	23.035143	120.114460	23.034131
115	120.118687	23.033473	120.119372	23.034320
116	120.123487	23.036410	120.123195	23.035494
117	120.142177	23.035518	120.143024	23.034909
118	120.148963	23.033907	120.149950	23.034509
119	120.154238	23.036520	120.155014	23.035931
120	120.092349	23.030294	120.091226	23.030932
121	120.114570	23.027681	120.115114	23.028419
122	120.129694	23.029477	120.129082	23.028684
123	120.134935	23.029461	120.135911	23.029711
124	120.152240	23.031713	120.153323	23.030907
125	120.115806	23.026556	120.116771	23.025959
126	120.132957	23.024345	120.133791	23.024570
127	120.140989	23.025813	120.140895	23.024833
128	120.144484	23.024874	120.144267	23.023976
129	120.153415	23.027598	120.153276	23.026484

130	120.160686	23.023313	120.160670	23.024200
131	120.162932	23.024714	120.161954	23.024636
132	120.172943	23.023873	120.172094	23.023974
133	120.110125	23.019891	120.110822	23.019263
134	120.114882	23.020381	120.114476	23.021545
135	120.121112	23.018589	120.119976	23.018985
136	120.134603	23.020178	120.134282	23.021719
137	120.140532	23.022962	120.140358	23.022019
138	120.143879	23.021812	120.143879	23.021812
139	120.165010	23.023180	120.163962	23.023051
140	120.168207	23.020257	120.167990	23.021219
141	120.172587	23.023140	120.171946	23.022685
142	120.113175	23.017223	120.113849	23.016850
143	120.120583	23.015533	120.121776	23.014040
144	120.132880	23.014949	120.134116	23.015398
145	120.156506	23.015930	120.155432	23.015600
146	120.160589	23.016794	120.159504	23.016771
147	120.164325	23.016933	120.163275	23.016805
148	120.167111	23.018541	120.166591	23.017765
149	120.121565	23.011049	120.120759	23.011649
150	120.126094	23.011395	120.125166	23.012040
151	120.133079	23.010607	120.133320	23.011522
152	120.149451	23.012657	120.150643	23.012956
153	120.153553	23.013699	120.153679	23.012725
154	120.160670	23.012147	120.159740	23.012658
155	120.162905	23.011211	120.163895	23.010791
156	120.124990	23.008223	120.124158	23.008925
157	120.128722	23.005172	120.128360	23.005444
158	120.133432	23.009202	120.134228	23.008843
159	120.137657	23.008113	120.138727	23.008268
160	120.145958	23.009559	120.146229	23.008530
161	120.153042	23.006090	120.153995	23.006426
162	120.157450	23.007652	120.158528	23.007764

台江國家公園陸域兩棲爬蟲類生態資源基礎調查

163	120.163781	23.006895	120.164825	23.006653
164	120.129602	23.004486	120.130010	23.004922
165	120.134345	23.000738	120.134677	23.001453
166	120.138934	23.004985	120.138927	23.004084
167	120.144682	23.003481	120.144649	23.004185
168	120.147238	23.003811	120.148362	23.004135
169	120.153075	23.002399	120.152431	23.002176
170	120.157100	23.004288	120.157221	23.003546
171	120.137193	22.998743	120.136313	22.999140

附錄四 龜甲編碼方式



附錄五 台江國家公園外來入侵種亞洲錦蛙的相關報導

自由時報
Liberty Times Net

即時新聞 ▾ 報紙總覽 ▾ 影音 娛樂 汽車 時尚 體育 3C 評論 玩咖 食譜

臺北市 26-27 °C

〈南部〉外來種亞洲錦蛙 入侵台江國家公園

2018-05-11

族群數持續擴張 學者憂危害生態

〔記者蔡文居／台南報導〕外來種亞洲錦蛙因天敵少，在台灣的族群數有持續擴張趨勢。台江國家公園委託學者專家進行兩棲爬蟲類調查，於前天意外在城西防風林發現亞洲錦蛙，顯示其已入侵城西防風林，而且也是最靠近海邊的一次，學者納悶牠們怎麼過來的，憂心恐對當地生態造成危害。



台江公園保育課：將進一步監測

台江國家公園保育課長王建智表示，將先進一步進行監測調查，後續再決定如何來處理。

台江國家公園委託中華民國環境教育學會莊孟憲老師團隊進行台江地區兩棲爬蟲類調查，於五月九日在城西防風林一帶意外發現一隻亞洲錦蛙。無獨有偶，當地志工吳瑞昌也在同一天發現三隻。

棲息內陸 首度在海邊防風林發現

該調查計畫協同主持人、台南大學生態系主任張原謀表示，亞洲錦蛙自從在台灣被發現後，這些年來的發現紀錄，都是在比較內陸的地方，並沒有在靠海邊這麼近的地方發現過，當下他也感到很訝異，之前在城西防風林研究調查都沒發現過，到底牠們是怎麼來的，實在令人費猜疑。

亞洲錦蛙於一九九八年首度在高雄被發現，目前其分佈範圍逐漸擴散，包括嘉義、雲林及南部地區都可見其蹤跡。他說，很多人看到也會予以移除，但城西防風林屬台江國家公園特別景觀區，依國家公園法，即使是外來種，未經申請也不能隨便移除，以免觸法。

張原謀表示，亞洲錦蛙體型約與黑眶蟾蜍相當，其叫聲就像牛叫聲一樣大聲。國外的研究發現牠們是可以生活在半淡鹹水環境，雖然其皮膚有毒，但碰觸到就跟碰到蟾蜍一樣，不致有過大的過敏反應，外界的說法有些是言過其實。雖然憂心亞洲錦蛙會對當地生態環境造成危害，但仍得進一步監測調查，才會有完整的了解。

附錄六 台江國家公園斑龜遭路殺的兩篇報導

自由時報
Liberty Times Net
即時新聞 報紙總覽 影音 娛樂 汽車 時尚 體育 3C 評論 玩咖 食譜
快訊 巴生賽LIVE 蘇阿笛絃工干場破網 馬拉主1分預先沙烏地阿拉伯
首頁 > 即時 > 臺南市

懷卵斑龜魂斷馬路 環局願打造生物友善專用道

2018-03-22 23:17

〔記者蔡文居 / 台南報導〕每年3月至5月為斑龜繁殖期，研究人員執行台江國家公園的生態調查時，於本月19日在南市通往城西焚化廠的垃圾專用道（安濟路）發現有2隻懷卵的母龜遭重車輾斃，而去年非繁殖期則有2、30筆，由於目前正值繁殖期，南大生態系主任張原謀今天緊急呼籲，建議南市府將安濟路打造為全國第一條生物友善的垃圾車專用道，避免斑龜等生物遭到路殺。



斑龜目前正面臨棲地破壞、路殺及人為獵捕等危機。（張原謀提供）



懷卵母龜遭重車輾斃，還來不及產卵便命喪黃泉。（張原謀提供）



研究人員進行斑龜標記野放。（張原謀提供）



橫越垃圾專用道的斑龜，危機四伏。（張原謀提供）

南市環保局長林健三表示，對營造友善生物的環境，樂觀其成，也願意來努力。短期內，可以馬上來豎立減速警告標示，至於生態廊道部分，環保局沒有這方面的調查及資訊，將與學者專家討論後再來研議如何來執行。

張原謀表示，斑龜是台灣5種淡水龜之一，背甲長20至27公分，雌龜比雄龜略大，目前南部的相關調查資料缺乏，同時也面臨棲地破壞、路殺及人為獵捕等危機。很欣慰看到南市府正面看待，未來安濟路如果能打造成一條生物友善的垃圾車專用道，屆時也將成為國內，甚至是國際的典範。

張原謀表示，初期希望政府能在斑龜繁殖期，豎立警示標誌，呼籲駕駛人減速，環保局也能提醒垃圾車駕駛行經安濟路減速，尤其是夜晚斑龜出沒期間，中長期則可規劃生態廊道、引道、地下道路涵洞，誘導網、防爬板等設計，以減少斑龜等生物橫越馬路慘遭路殺，同時也能維護路人的安全，營造一條友善生物的環保垃圾專用道。

特有生物研究保育中心助理研究員林德恩表示，3至5月是斑龜母龜上岸產卵的熱季，如果有看見斑龜不用急著撿起來放回河中，只要護送他們安全過馬路自行尋找適當產卵地點即可。

台江國家公園保育課長王建智表示，今年台管處委託中華民國環境教育學會，執行台江國家公園陸域兩棲爬蟲類生態資源基礎調查，由真理大學講師莊孟憲擔任計畫主持人，張原謀則是協同主持人，希望除了黑面琵鷺等明星鳥種外，也能關注區內的各種生物。

中華日報 新聞網 China Daily News

玉山國民旅遊卡專屬

於活動期間內使用玉山國民旅遊卡刷卡金額單筆達新臺幣1,000元並登錄即享雙重活動

首頁 > 台南新聞

防動物遭路殺 環局樂見造活路

記者陳治交 / 台南報導
2018-06-17

分享 0 G+ 分享



斑龜在安清路遭重車輾斃。(翻攝自安清路-動物的安全清淨之路臉書)

- 每日導覽
- 台南新聞
- 縣市新聞
- 全國新聞
- 健康生活
- 影視文化
- 中華副刊
- 民生消費
- 美食專欄
- 旅遊資訊
- 社論
- 每日談
- 台南產消
- 台南萬象

體育新聞
彩繪人生
車壇大小事
校園廣角鏡
台南好吃
台南好買
台南好玩
中華學園
房產專刊
宗教巡禮
慢壘報報
電視節目表
生活情報
社團動態
南方觀點
寰宇視窗
寵物報報
廟宇之美
新聞評彈



城西焚化廠的垃圾車專用道(安清路)架設行車速限五十公里標誌。(記者陳治交攝)

根據台江國家公園管理處委託學者專家執行斑龜等兩棲爬蟲類調查發現，通往城西焚化廠的垃圾車專用道(安清路)陸續發現斑龜、鳥禽遭垃圾車輾斃，橫屍在道路中央。台南大學生態系主任張原謀建議，在安清路打造為全國第一條生物友善廊道，避免斑龜等生物遭到路殺。

營造友善生物環境，環保局樂觀其成，也願意來努力，短期內將豎立減速警告標示，至於生態廊道部分，未來將與學者專家討論後再來研議如何來執行。

台管處今年委託中華民國環境教育學會執行台江國家公園陸域兩棲爬蟲類生態資源基礎調查，由真理大學講師莊孟憲擔任計畫主持人，張原謀則是協同主持人，除了調查黑面琵鷺等珍稀鳥禽，也能關注台江國家公園內各種生物，這段期間發現通往城西焚化廠的垃圾車專用道陸續有斑龜、鳥禽遭重車輾斃，橫屍在道路中央。

路殺的資料大多分布在城市和近郊的淺山地區，並非國家公園、野生動物保護區、保留區或水源保護地等國家保護的重點區域，這些地點被認為不重要、較少受到關心的地方，生態資料極度缺乏，安清路雖增設減速警告標示，但行車速度未減，張原謀建議規劃生態廊道、引道、地下道路涵洞，鋪設誘導網、防爬板等設計，減少斑龜等生物橫越馬路慘遭路殺，營造一條友善生物的環保垃圾專用道。

附錄七 台江國家公園兩棲爬蟲類監測標準作業詳細流程

生態調查 (ecological investigation) 係指有系統性地針對某類事物進行觀察及測量，其目的是希望藉由簡單、標準的程序，而對整體結構有初步的瞭解；而監測 (monitoring) 為連續取樣調查記錄某有關資料，以便與參考系統或已確定的基線做比較 (馮豐隆, 1995)。如果想要知道某地區有哪些生物？這些生物隨著季節的消長？哪些生物近年來逐漸減少？種種的問題都必需經過一連串的調查來獲得結果，隨著目的的不同，就必須選用適當的調查方法。通常整個調查過程中，幾乎不只調查一次而已，所以為了使得每次的調查結果都能夠進行比較，研究者必須選定一標準的調查方式，從一而終的採用相同方法，並且具體的描述方法過程，以便後人能夠依循此法進行重複 (國立東華大學, 2009)。

任何調查與監測計劃都必須注意到：1、對象、目的為何；2、選用方法標準否；3、結果是否具有代表性。生物資源調查：瞭解某地區的某類生物組成。所以，我們必須知道調查範圍的大小，是要進行整個區域的普查，或是特定區域的抽查；其次，決定調查的對象後，要慎選使用的調查方法；最後，再分析所調查的資料，討論此結果是否能解答先前的問題 (國立東華大學, 2009)。

台江國家公園兩棲爬蟲類監測標準作業程序，乃依據今年度兩棲爬蟲生態資源基礎調查的成果，與兩棲爬蟲類監測方法進行撰述，內容包括兩棲爬蟲類常用的監測方法，和監測樣區劃設與執行規範，另外，有鑑於斑龜於本年度調查數量不少，因此也針對斑龜調查與永久標記標準作業流程。

第一節 兩棲爬蟲類常用的監測方法

在進行生物資源的監測之前，依照監測的目標，和環境特性、人力、物力、財力與時間等因素考量，再選擇採取主動取樣或是被動取樣的監測方法。

一般常用的調查方法可分為：第一類為主動取樣法 (active sampling)，也就是調查者在

樣區內走動，尋找出現的兩棲爬蟲動物；第二類是被動取樣法 (passive sample)，藉由陷阱的設置，等待動物進入陷阱後，調查者定期巡視這些陷阱，達到調查的目的。

壹、主動取樣法 (active sample)：

一、固定時數法 (time constrained)

選定樣區後，在每個樣區之間都使用相同的時間在樣區內調查。尋找兩棲爬蟲類的方法，通常使用目視遇測法與鳴叫計數法，來觀察樣區內有哪些兩棲爬蟲類，以及計算隻數。以下針對兩種觀測方法進行說明：

目視遇測法 (Visual encounter method)：此法係指研究人員在一特地時間內，有系統地走過一特定路線或區域，將眼睛所看到的所有種類與數量記錄下來。此法廣泛應用於蛙類的調查與監測，可獲得族群的相對數量。但有些時候僅看到某蛙逃離的一瞬間，而無法進行辨識，此時寧可不記錄此資料，也不要誤判種類；但如果調查數量為零或甚少，則補記錄「未確認種，一隻」。

鳴叫計數法 (Audio strip transects)：本法遂利用蛙類獨特的求偶鳴叫行為，在特定穿越線中將兩側所聽到的種類數量記錄下來，用以瞭解物種組成、估算雄性成蛙的相對數量，進而估計族群相對數量；亦可針對繁殖行為與棲地或天氣之關係。但本法受限於調查人員對鳴叫聲音之辨識、聽力與辨析數量的能力；再加上各物種繁殖季節不同，且鳴叫的音頻與音量差異甚大，例如：相距 100m 處有兩蛙同時鳴叫，其中一蛙鳴叫大聲而聽得到；另一蛙卻鳴叫小聲而聽不到，這樣情況下則會低估後者的數量。所以，一般調查鮮少單獨使用此法，多與其他方法配合。

調查者在這段時間內於樣區翻動地表的落葉、石頭、倒木、尋找洞穴、石縫間、聽生物的鳴叫聲、以手網捕撈等等。設定相同的時間，是為了固定每個樣區的單位單位努力量 (unit effort)，單位努力量的計算方式是調查人員的數目乘上調查時間，通常陸域的調查時間會設定在 10 到 30 分鐘之間，時間的設定可以依照調查人力的數量，

以及棲地的複雜程度作決定，一旦開始調查之後設定的時間就不能再更改。

例如：本次調查的人員有3位，台江國家公園的環境多為魚塭、草地、感潮溝、防風林等，假設設定的調查時間為15分鐘。樣區可能是沿著一條道路，觀察道路兩旁的兩棲爬蟲類，在這條道路上走一段15分鐘、再一段15分鐘，依此類推，直到今天的調查結束。取樣的單位單位努力量就是 $3(\text{人}) \times 15(\text{分鐘}) = 45$ 人分。

蒐集的資料包括：(1) 每個樣點的種類；(2) 生活史資訊，包含繁殖、產卵的時間季節；(3) 棲地資訊。單位單位努力量也容易定量。

二、固定範圍法 (area constrained)

選定一個固定面積的棲地來調查。例如，調查者可以設定一個網格為 10×10 平方公尺，在設定的調查範圍內不固定所花費的時間，使用目視遇測法與鳴叫計數法來調查。記錄調查人數與取樣總時間，來計算單位單位努力量。通常使用於一個單一的棲地類型，像是池塘、濕地或洞穴口。此方法的單位單位努力量也容易定量。

例如：2位調查員調查某樣區40分鐘，取樣的單位單位努力量就是 $2 \times 40 = 80$ 人分。紀錄上可以寫成：總共觀察到20隻澤蛙、10隻疣尾蝮、數百隻澤蛙蝌蚪、2隻小雨蛙的鳴叫等資訊。

蒐集的資料能夠讓我們了解：(1) 每個樣點的種類；(2) 生活史資訊，包含繁殖、產卵的時間季節；(3) 棲地資訊；(4) 粗略動物的密度。

三、穿越線法 (transects)

穿越線法是調查者一定的路線上，利用緩步前進的方式，使用簡單的目視遇測法與鳴叫計數法，在日間或夜間按照預先選擇的穿越線來記錄看到與聽到多少兩棲爬蟲類，包含種類與隻數，或者可以與被動取樣法結合使用，像是沿著穿越線架設5個掉落式陷阱等。調查線的長度是固定的，可以在調查開始前依照調查人力做調整。穿越

線的左右寬度範圍通常為 1.5-2 公尺，這距離是基於肉眼能辨識兩棲爬蟲類的距離，若穿越線選定的路幅寬度較寬，可以來回程觀察不同側。

例如：調查者選定 20 條 100 公尺的穿越線。通常會在日間，先攜帶 GPS 或 100 公尺長的線段，量測穿越線的起始點與結束點，記錄這兩點的座標，並在這兩點做上記號，像是綁紅絲帶或電線桿為記號。設定好穿越線後，調查時，若有兩位調查者，兩位調查者各觀察穿越線左、右不同側，同時出發，記錄所有在這條穿越線上觀察到的兩棲爬蟲類目視調查數量與鳴叫相對數量。本方法的單位單位努力量也容易定量。

蒐集的資料能夠讓我們了解：(1) 每個樣點的種類；(2) 生活史資訊，包含繁殖、產卵的時間季節；(3) 棲地資訊；(4) 針對動物密度進行粗略的估算。

貳、被動取樣法 (passive sampling)

一、遮蔽板法 (coverboard)

該方法較適合調查生性隱密且在地面爬行的爬蟲類。過去許多爬蟲類的調查都會透過翻找地表物，像是石頭、落葉堆、倒木等，來尋找棲息在這些地表物下的爬蟲類，遮蔽板法屬於這種方法的延伸。調查人員利用設置在穿越線上的遮蔽板來誘使爬蟲類進入遮蔽板休憩，每條穿越線都設置相同的遮蔽板數量。許多材料都能作為遮蔽板，像是非經化學處理的木材合板、剖半的花盆、水桶、竹筒等。遮蔽板的設置需要長時間的擺放，等待爬蟲類熟悉遮蔽板之後才會進入利用，通常需要在調查前擺放一個月以上。遮蔽板的檢查需 1 到 2 周檢查一次，太過頻繁的檢查會干擾爬蟲類的棲息，影響調查的成果。裁切的大小會影響到什麼大小體型的爬蟲類來利用。擺放的位置也要隱密、環境適合爬蟲類棲息、周遭其他的天然遮蔽物(石塊、雜木、落葉)要少，位置不佳可能會影響捕獲率，也會增加遮蔽板遭人破壞或拿取的風險。

例如：調查者設計好遮蔽板之後，選取 5 條穿越線，每條穿越線擺放 10 個遮蔽板，之間間隔 10 公尺。放置一個月後，每 2 周來巡視遮蔽板一次。

蒐集的資料能夠讓我們了解：(1) 每個樣點的種類；(2) 生活史資訊，包含體型大小、某些物種可以經由外觀的生殖特徵，來判斷是否進入繁殖期；(3) 棲地資訊，可以配合標放在捕捉，粗估族群量、移動、棲地忠誠度。單位單位努力量也容易定量（遮蔽板數 × 巡邏次數）。

二、掉落式陷阱 (pit fall trap)

陷阱本身可以分為致死與非致死的裝置，前者在陷阱內會利用酒精、福馬林或其他溶劑，來將掉落進來的生物固定，通常是為了研究因素；後者僅是對物種暫時的囚禁，不會犧牲物種的生命，所以需要在期間頻繁的巡視，以免陷阱內的生物死亡。掉落式陷阱為了增加捕獲機率，除了陷阱本體外，也會在周圍加設擋板，來引導兩棲爬蟲類進入陷阱。陷阱本體可以使用塑膠水桶，挖洞埋設於土下，桶高必須高於 30 公分，防止兩棲類跳出陷阱，桶口與地面齊平，在桶底可以鑽幾個小孔幫助排水，避免大雨造成積水淹死爬蟲動物，或水滿溢出陷阱，動物也因此逃脫；亦可在桶子上方架設雨遮，防止過多的落葉和雨水進入桶中；桶內可以設置水果吸引昆蟲前來當作誘餌，增加捕獲率。檔板的設置主要是當兩棲爬蟲類碰到擋板，會選擇繞過擋板，沿著擋板移動時，有一半的機率會經過陷阱而被我們捕捉，檔板的設置也是與地面切齊，檔板高度須高於 10 公分，檔板的材質可以是塑膠或木材，以陷阱本體為中心，擺放 2 到 4 片擋板，如圖 3 所示。掉落式陷阱也可以配合穿越線設置，來固定單位單位努力量。

掉落式陷阱的調查需要頻繁的每日固定時間巡查，通常一次調查會連續 3 到 7 天，非調查期間，陷阱必須覆蓋頂蓋，防止生物在這段時間內進入，等到下次調查期間，在打開蓋子即可使用。當整季的調查結束，需要移除陷阱，填補留下的坑洞。樣區的選取可以採取隨機或是設置於兩棲爬蟲類遷徙的路徑中，像是溪流、池塘邊。

例如:選定 8 條穿越線，每個穿越線擺放 5 個陷阱，陷阱之間間隔 10 公尺，每次調查持續 5 天 4 夜，每日上午 9 點巡查每條穿越線的 5 個陷阱，每條穿越線的單位單位

努力量是 5 (陷阱數) $\times 5$ (放置天數) = 25 陷阱-天。

蒐集的資料能夠讓我們了解：(1) 每個樣點的種類；(2) 生活史資訊，包含體型大小、某些物種可以經由外觀的生殖特徵，來判斷是否進入繁殖期；(3) 棲地資訊，可以配合標放在捕捉，粗估族群量、移動、棲地忠誠度。單位努力量也容易定量。

三、定點聲音監控法

本方法主要是針對繁殖的兩棲類進行調查，利用自動錄音機、錄音筆的擺放，進行長時間的聲音記錄，再回到室內逐一聆聽記錄到鳴叫的種類與大概的相對數量。通常會連續錄製好幾個晚上，再配合定時器做調整。雖然節省人員外出的時間，也有機會錄製到不常見的兩棲類鳴叫聲，但仍需要花費大量的時間聽取聲音檔案，以及錄製的器材需花費購買。此方法可以配合固定時數法，擺放相同數量的錄音器材，擺放時必須考量該錄音器材能錄製的聲音範圍，避免重複記數，再擷取相同的時間長度，來固定單位努力量。

例如：選定 8 個樣區，每個樣區擺放 3 套錄音設備，彼此之間間隔 50 公尺，設定在下午 10 點及隔天上午的 2 點各錄製 30 分鐘，每次調查持續 3 天。取樣單位努力量是 3 (錄音設備數) $\times 2$ (錄製次數) $\times 30$ (分鐘) = 180 錄音設備-天。

蒐集的資料能夠讓我們了解：(1) 每個樣點的種類；(2) 生活史資訊，蛙類的繁殖期。單位努力量也容易定量。

四、魚籠陷阱

本方法主要針對生活在水域周遭的龜鱉類，選定水域後放置魚籠陷阱，做長時間的捕捉，而調查期間每日都必須巡視魚籠，查看重網情形。魚籠內可以針對目標物種，放置不同的餌料，增加中網機率，再每日巡察時，也需要檢查餌料存量。魚籠內也需要放置浮板讓魚籠有部分露出水面，避免龜鱉進入後無法浮出水面換氣，浮板可

以是保麗龍、空寶特瓶、塑膠浮球等。調查結束後需回收魚籠，避免誤捕其他生物。

例如:選定 6 個水池樣區，每個樣區擺放 5 個魚籠陷阱，陷阱之間間格 5 公尺，連續擺放 5 天 4 夜，每日早上 9 點查看魚籠，並且檢查並補充餌料。取樣單位努力量是 5 (魚籠數) × 5 (捕捉天數) = 25 籠-天。

蒐集的資料能夠讓我們了解：(1) 每個樣點的種類；(2) 生活史資訊，包含體型大小、個體性別；(3) 棲地資訊，可以配合標放在捕捉，粗估族群量、移動、棲地忠誠度。單位努力量也容易定量。

第二節 監測樣區劃設與執行規範

樣區的規劃需要注意到每個樣區大小、數量以及代表性。樣區的數量與大小比較相關，主要係考量調查所需之人力時間。很多個小樣區—會浪費許多交通時間；很少個大樣區—不易進行不同棲地類型之比較。另外考量的因素就是樣區代表性，若規劃許多樣區卻無法涵蓋整體區域的各棲地類型，那似乎不具有完整性。所以，一般在進行樣區規劃前，會先將全區內的各棲地類型逐一列出，如：森林、溪流、池塘、耕地、果園、建築物...，再依此規劃樣區地點與數量，若各棲地類型能有重複為佳，最後在考量人力與調查頻度，規劃適當的樣區大小數量。期望以最少的調查量，獲得最大的代表性 (國立東華大學, 2009)。

本計畫所劃設之網格尺度為 500 × 500 公尺，網格涵蓋所有台江國家公園範圍，未來的調查可以利用本計畫所畫設的網格，進行兩棲爬蟲類調查，累積的資料可能可以做為其他議題的分析。例如:氣候變遷對兩棲爬蟲動物的組成與分布影響、土地利用的改變是否影響兩棲爬蟲類的組成與分布...等。本計畫已經針對全部的網格執行一年的普查，大致上了解台江國家公園範圍內的兩棲爬蟲動物名錄，與較多兩棲爬蟲類分布的網格位置，為了快速累積資料以及精簡人力，本計畫建議每 3-5 年執行一次全部網格的兩棲爬蟲類複查，並且由專業的團隊進行調查。而每年的例行調查計畫，可以簡化，由志工或巡查人員執行，在兩棲爬蟲種類與數量較多的區域中的網格進行調查，

包括管一（鹽水溪水域一般管制區）與管二（台江學園一般管制區）的 163、165、167、171 號網格，以及管五（鹿耳門溪沿岸一般管制區）的 83、84、86、87、88 號網格，還有管六（城西一般管制區）的 97、98、105、112 號網格（圖 25）。

以下標準作業流程之作業規範，以台江國家公園志工或巡查人員執行每年園區內兩棲爬蟲類資源例行調查為目標。規劃時需考慮以下幾點：調查人力、調查方法、調查時間、調查行前的準備、記錄項目、資料彙整。這些調查細節，必須根據台江國家公園當前的人力與資金，務實的進行規劃。

壹、調查人力

調查人力分配上，雖然調查人數越多代表越有機會發現生物；但是過多的人力除了會使得經費的支出增加之外，也會產生額外多餘的干擾。調查與普通的觀察不同，調查人員需要對調查資料負責，每次調查的人數也盡量相似，控制每次調查的單位努力量，避免不同次調查之間的誤差。雖然依據調查方式不同，所需要的調查人員不太相同。但就一般資源調查來說，會盡量避免單獨 1 人的狀況，除了野外工作有一定的危險性之外，1 個人要負責記錄、搜尋物種與前往不同樣區，負擔過於沉重，可能會影響到調查的效率，危險性也大增。建議最佳的人數大概是 2 到 3 人，1 人負責記錄與司機的工作，另外 2 人負責調查、尋找物種。

台江國家公園如擬長期監測兩棲爬蟲資源，可以成立兩棲爬蟲調查團隊，以 3 到 10 人的團隊為佳，並選出一人作為負責人。負責人的主要工作為：計畫書及報告書撰寫、規劃調查樣區、安排調查時間、收集整理資料、對內外聯絡。穩定的調查成員也有助於調查資料的可信度，每次調查之間的單位努力量能夠掌控，而且透過舉辦研習營來增加兩棲爬蟲類的辨識技巧，與調查程序的熟悉度。若有新成員加入，也能夠工作交接，經驗傳承。

貳、調查方法

先前介紹的各種調查方法都有其特定適用的對象，大部分的方法都可以同時使用，不過最主要的考量是調查目的與人力資源，審慎挑選恰當的方法來進行，期望能夠以最少的努力量，獲得最有效的資料。本計畫已經先行進行文獻的蒐集，經過科學性系統性的調查，本計畫已初步確定台江國家公園內的兩棲爬蟲種類名錄，另外，本計畫也建置台江國家公園之網格系統，因此可以根據本調查的方式來進行。最基本的調查法就是使用「穿越線法」配合目視遇測法與鳴叫計數同時進行，至於其他方法則由規劃當季調查的人員自行決定，但最終都需要在研究方法中詳細描述所採用的方法，這樣往後的調查計畫才能有效地使用並且比較結果的差異。

參、調查時間

調查人員需在調查計畫開始之前，針對調查頻度規劃。調查頻度可以是每季調查、每個月一次，或是乾季與濕季各兩次，又或是每兩個月一次，調查頻度可以依據調查目的來調整。本計畫建議之後台江國家公園兩棲爬蟲類監測調查不需要每個月都進行調查，兩個月進行一次調查可能是比較好的調查頻度。當調查目的設定之後，就可以根據調查成員的時間來做安排。在決定主要的調查時間後，還要設定一個備案的時間，避免原定調查時間受到不可抗拒因素而必須延期時，還有另外的時間選擇。通常若是每個月的調查，會將主要的調查時間決定在月初，備案時間設定在月底，這樣的設定是為了避免影響調查目的。每次調查的時間間隔越相等，就能蒐集到越精準的資料。

兩棲爬蟲類的特性不大相同，所以需要安排白天與夜晚的調查，兩棲類主要在晚上活動，爬蟲類則主要在白天活動，因此敘明要在當日的幾點進行哪一類生物的調查。由於爬蟲類在高溫時會躲避到陰涼處，可能會影響到調查的結果，較佳的時間是日出兩小時之後，以及下午三到四點過後的時段。而兩棲類則通常在日落一小時後開

始活動，而不同季節的日落時間並不相同。每個樣區的調查時間會與調查方法而有差異，但以本計畫使用的 100 公尺穿越線，搭配目視遇測法與鳴叫計數，每個穿越線調查花費時間約 15 分鐘，加上樣區之間的路程，依本計畫的劃設的網格尺度來說路程並不算太遠，熟練調查流程之後每個晚上調查 4 個小時，能夠完成 12 條穿越線。

以下表格提供規劃期程參考。

月份 \ 項目	行前規劃	實際調查	資料整理	資料彙整
1 月	12/20 起	1/3 ~ 1/13	1/15	1/20
2 月	1/20 起	2/1 ~ 2/13	2/15	2/20
3 月	2/20 起	3/1 ~ 3/13	3/15	3/20
4 月	3/20 起	4/1 ~ 4/13	4/15	4/20
5 月	4/20 起	5/1 ~ 5/13	5/15	5/20
6 月	5/20 起	6/1 ~ 6/13	6/15	6/20
7 月	6/20 起	7/1 ~ 7/13	7/15	7/20
8 月	7/20 起	8/1 ~ 8/13	8/15	8/20
9 月	8/20 起	9/1 ~ 9/13	9/15	9/20
10 月	9/20 起	10/1 ~ 10/13	10/15	10/20
11 月	10/20 起	11/1 ~ 11/13	11/15	11/20
12 月	11/20 起	12/1 ~ 12/13	12/15	12/20

肆、調查行前準備

工欲善其事，必先利其器，調查前必須做好準備。以下針對器材設備與其他注意事項來說明：

所需的器材包括燈具、紀錄紙、溫濕度計、GPS (可以使用智慧型手機代替)。出發前必須檢查電量是否充足，並準備備用電池，建議記錄人員使用頭戴式燈具，方便空出雙手，調查人員則不限。檢查紀錄紙張數量是否還足夠。建議準備一個背包放置調查用具，以免遺失。溫溼度計的使用可以是簡易的家用電子溫濕度計，需要擺放一段時間，數值會比較準確，因此建議在調查一開始就擺放，調查結束後再記錄數值，擺放時避免太陽直射，造成溫度失準，盡量擺放在陰涼處。野外的溼度不易低於 30%，若低於此數值，需更換其他儀器。

記錄表格除了想要記錄的物種資訊外，還需要包含以下項目：樣區名稱、座標、海拔、日期、時間、環境類型。記錄表建議準備防水套，避免下雨淋濕，導致資料模糊。也可以直接延用本計畫所使用的調查記錄表 (附錄 2)，下個段落將詳細說明記錄表使用方式。

除了行前規劃之外，可以設計專屬的行前計畫表，將要調查的日期、時間、人數、集合地點、交通工具、器材準備...等各種項目逐一列出，可以避免遺漏裝備。由於野外調查具有一定的危險性，若在經費允許的情況下，最好能幫調查的組員投保意外保險，保障協助調查的人員。

伍、調查記錄項目

以本計畫所使用的兩棲爬蟲調查表 (附錄) 為例，針對每個欄位的記錄細節，調查表包含：地點、GPS 座標、海拔、環境、日期、時間、調查者、氣溫、水溫、相對濕度、天氣、頁碼這些屬於「基礎資料」。而「生物資料」的記錄項目有：種類、數量估計、記錄方式、生活型態、成體行為、棲息微棲地，以下將逐一說明

一、地點

也就是穿越線名稱，記錄時必須包含所在的網格編號以及調查方式，而網格編號

則延用本計畫使用之編號，方便資料的延續。記錄的方式就例如:1 號網格的穿越線調查，就記錄「穿 1」，2 號網格的穿越線調查則為「穿 2」以此類推，若為 1 號網格內的掉落式陷阱調查，就記錄「落 1」。命名原則必須簡單易懂，以免調查人員交接時的混亂，因此盡量避開地區性名稱的例如:「四草 1」、「防風 1」。

二、GPS

本計畫所使用的座標系統為 WGS84，台灣地區常用的方格座標為「台灣二度分帶（以東經 121°為基準）」及「經緯度」，而大地座標系統則有 TWD69、TWD97 及 WGS84 三種。在調查規劃時，就必須與調查人員約定使用何種座標系統，以免造成誤差。若使用 WGS84 座標系統，GPS 顯示的前六碼為「東」、後七碼為「北」，且這些數字的基本單位就是「公尺」，而台灣本島地區 E 的範圍約 144748 到 361665；N 的範圍約 2418490 到 2802103，超過此範圍則為錯誤資料。若沒有 GPS 或是智慧型手機，也可以購買台南市紙本地圖，透過地圖上的座標也能做記錄，而多數紙本地圖使用的座標系統為 TWD67 系統，必須轉換成事前所約定之座標系統，目前有許多網頁都能協助座標系統的轉換。

三、海拔及環境

海拔記錄以公尺為單位，通常 GPS 與手機都能夠顯示，但台江國家公園範圍內的海拔相似，可以忽略海拔的記錄。環境記錄為勾選的方式，分為混生林、闊葉林、墾地、草原、裸露地。沿岸防風林的環境屬於闊葉林或混生林。農業用地、果園、都市、人為開發地都歸類為墾地。植被高度比較低的環境為草原。植被稀疏的地區或是崩塌、荒廢已久的空地稱為裸露地。

四、日期

記錄調查當天的日期，通常以陽曆來紀載，建議以西元年來記錄，不要縮寫避免混淆，如 2018/12/25 (或 2018.12.25)、2018/09/02 (或 2018.9.2)，而且應該要避免只寫日期，例如 9/2，以免造成 9 月 2 日或 2 月 9 日的混淆。雖然調查在凌晨 12 點後跨日，但記錄上應該還是以開始調查時的日期為主。例如 12 月 25 號開始調查，當 12 月 26 號凌晨 1 點時，調查記錄仍要記錄 2018/12/25。

五、時間

開始調查時必須記錄起始時間，且早、晚必須明確標示。由於每個樣區的調查時間都必須大致相同，通常為 15 分鐘。

六、調查者

將當日的調查成員記錄下來，除了為調查資料以示負責之外，若在整理資料時發現記錄有不清楚或模糊，都能夠在向調查人員確認。調查人員也可以是資料整理者，這樣就能免去筆跡誤判的情況。

七、氣溫、水溫、相對濕度

溫度的測量單位為 $^{\circ}\text{C}$ ，相對溼度的單位為 %。氣溫與濕度的測量必須要在取出記錄器之後過 2 到 3 分鐘，在記錄數值，避免車內溫度、體溫等因素干擾，日間的溫度測量必須避免太陽直射記錄器。水溫的部分，主要是針對發現蝌蚪或蝌蚪卵的水域在測量即可，而除了水溫之外若能記錄水體鹽度更佳。水溫的測量也與氣溫的測量方式類似。

八、天氣

以調查者主觀認定為主，天氣選單為勾選式，選項包括：晴（天空無雲、滿天星）、多雲（一半天空被雲覆蓋）、陰（滿佈雲朵、看不到星星）、小雨（下毛毛細雨）、大雨（雨量大到要撐傘躲雨）。由於此項紀錄的誤差較高，在調查途中，天氣可能隨時轉換，所以通常在分析上不著墨於天氣，主要作為背景資料之記錄。

九、頁碼

當紀錄超過一頁時，就必須加註頁碼，如果有 3 頁的內容，可以記錄為 3-1、3-2、3-3，並且每頁都必須描述地點，可以避免與其他樣區的資料混淆，如果能直接用釘書針固定更好。

十、種類

這是所有紀錄中最重要的一項，通常關係到調查者本身的鑑定能力，建議在調查前必須舉行調查人員培訓。種類的名稱以常見的中文俗名為主，雖然中文俗名並沒有一定的稱呼，不過習慣上，還是會使用眾人公認的名稱來稱呼。也能針對常見的兩棲爬蟲類設計代號，直接填上代號即可，以不會搞混為前提。而資料登入時，建議以「台灣生物多樣性資訊入口網」(TaiBIF) 網頁所公告之中文名輸入，方便後續的調查團隊接手資料時有所依循。

十一、記錄方式

兩棲爬蟲類的穿越線調查，通常以目視遇測法及鳴叫計數法兩種觀測方式為主，因此在記錄上必須將這兩種方式調查到的資料分開，因此在記錄表中，若是以目視遇

測法調查到的物種，就勾選「目視」；而鳴叫計數法調查到的物種，則勾選「聽音」。

除了物種的種類外，也希望能夠記錄個體的數量，以目視遇測法所記錄到的物種並不會有估計數量的問題，直接記錄看到多少隻個體。但是透過鳴叫計數法調查到的種類就會有實際估計的問題，因為在聽音時若個體數小於3，還是能夠清楚的分辨，若超過3隻以上的個體鳴叫，就會難以辨識真實的隻數，因此只能估計有幾隻個體。後續的調查可以參考延用本調查所使用的鳴叫等級量表，量級分類如下：

兩棲類的相對數量之指標

- I：單一雄性鳴叫；
- II：2-5 隻雄性聚集鳴叫；
- III：6-10 隻雄性聚集鳴叫；
- IV：超過 10 隻雄性聚集鳴叫。

在分析上也會將不同調查方法所調查到的物種和數量分開處理。而以鳴叫計數法所記錄到的種類，在接續的行為欄位選項中，也只能選取「雄蛙」、成體行為「鳴叫」。當聽見鳴叫而辨認方位後前往查看，的確發看見了個體，就將記錄的「鳴叫」改為「目視」。

十二、生活型態

此項目為選填式，能夠選填：1.卵塊 2.蝌蚪 3.幼體 4.雄性 5.雌性 6.無法分辨雌雄。通常要藉由卵（爬蟲類）、卵塊（兩棲類）與蝌蚪辨認種類較為困難，卵塊可以藉由產卵地點、有卵泡否、卵泡的顏色、卵塊形狀、卵塊為浮水或沈水、卵粒有無黏性、卵粒數量...等，可能成功辨識出是哪一個物種。通常若發現為卵或卵塊，建議是將其帶回孵化，爬蟲類幼體辨認成功的機率高，孵化後再將個體帶回發現地點野放。蝌蚪的辨識則需要觀察體型大小、體色、斑紋、尾鰭大小與形狀、嘴巴位置、棲地類型、停棲位置...等，若無法從圖鑑中比對出結果，可以選擇拍下照片，專交給專業人員辨識。

至於性別方面，臺灣大部分的兩棲爬蟲類都可以由外型與第二性徵來判斷雌雄，只有少部分物種必須當場捕捉來判定。由於，兩棲爬蟲類的性別判需要一些時間，所以調查者需依據調查目的，來決定是否記錄此項目，否則都選填「無法分辨雌雄」即可。

十三、成體行為

這個項目能夠幫助我們判斷生殖季節，記錄的行為以第一時間所看到的個體行為為主。由於動物行為繁多，為了方便記錄，將行為歸納為 11 項，分別是：1. 聚集、2. 鳴叫、3. 築巢、4. 領域、5. 配對、6. 打架、7. 護幼、8. 單獨、9. 覓食、10. 休息、11. 屍體。以下就較容易混淆的部分加以說明：

5-13-1 聚集

蛙類於特定季節時會大量聚集於特定場所進行生殖活動，此聚集行為稱之，多發生在雄蛙身上；執行上，以單一視野內超過三隻以上個體聚集而稱之。

5-13-2 鳴叫

特指雄性求偶的鳴叫行為，所以鳴叫計數法記錄到的物種，成體行為需填入「鳴叫」。此外，在本調查成果中，台江國家公園範圍內的爬蟲類，僅有疣尾蝮虎有記錄到鳴叫。

5-13-3 築巢

某些種類的兩棲爬蟲類會在地面上築巢，築巢後會開始鳴叫、休息、單獨。在本調查成果中，並未在台江國家公園範圍內發現這些會築巢的兩棲爬蟲種類。

5-13-4 領域

主要針對某些強悍雄性於生殖季節會爭取地盤，而發出領域叫聲、互相對峙威嚇(晃動頭部)、驅趕外來者之行為，時常伴隨打架行為一起發生。在本調查成果中的虎皮蛙可能會有領域的行為發生，此外許多的爬蟲類也有可能發現這個行為。

5-13-5 配對

指雌雄性交配的行為，所以數量上必須記錄 2 隻以上，包括一雌多雄的狀況，記錄時需要將雌、雄個體單獨記錄，且各自的成體行為均為「配對」；若遇到「雄雄配對」或「異種配對」的情況，都不屬於這個行為項目，僅能以單獨或聚集記錄之。記錄的方式如下表所示：

種類	記錄方式		生活型態	成體行為	水域		水溝			靜止水域			暫時水域		備註
	目視	聽音			河 <5m	河 >5m	水溝	溝邊植物	乾溝	開闊水域	水池岸邊	岸邊植物	水域	水邊植物	
斑龜	V		雌	配對							1				
斑龜	V		雄	配對							1				

5-13-6 打架

主要針對某些強悍雄性於生殖季節會爭取地盤，而發出領域叫聲、互相對峙威嚇(晃動頭部)、驅趕外來者之行為。在本調查成果中的虎皮蛙可能會有領域的行為發生，此外許多的爬蟲類也有可能發現這個行為。

5-13-7 護幼

針對正在孵蛋的蛇類，或是周圍有幼龜的龜鱉類。

5-13-8 單獨

任何單獨一隻個體出現，均為可記錄。若個體四肢縮閉於身體之下且眼睛緊閉，則要記錄為「休息」。

5-13-9 覓食

包含正在搜尋、注視或捕食獵物之行為，例如，正在吞嚥時的蛇類、捕食螞蟻的蛙類。

5-13-10 休息

在夜間觀察到爬蟲類，眼睛閉起、身體壓低；在日間或是在寒冷且風速高的夜晚，觀察到兩棲類的四肢縮閉於身體之下、眼睛緊閉、身體壓低的掩蔽動作。

5-13-11 屍體

只要是死亡的個體均屬於「屍體」，無論是馬路上或水中的屍體都算，屍體種類的判斷會隨著死亡時間而增加難度，若無法判定時，請照相回報以協助辨識，拍攝時能夠在屍體旁擺設比例尺，比例尺可以是常見的日用品，讓鑑定者能辨識大約的體型大小即可。

路殺紀錄能夠不僅侷限於網格樣區與穿越線，發現路殺兩棲爬蟲生物，首先，若個體在車道上，須將個體移動到道路兩側，在安全的狀況下完成記錄。記錄時，需要包含發現地點的 GPS 點位資料。記錄之後，如果是完整的爬蟲類可以撿拾，並以冷凍的方式寄送到特有生物中心 (圖 33)，提供研究之用。撿拾只需要撿拾爬蟲類，若屍體已經長蟲、死亡已久、臟器外漏、支離破碎，就不需要撿拾。不需要撿拾的屍體，請移置路旁的草叢，理由有四個，第一，基於人道的理由，避免二次的輾壓。第二，避免其他生物因為取食屍體造成第二起路殺事件。第三，避免被重複記錄。第四，避免其他道路使用者為了閃避屍體而造成交通意外。

調查結束後，將資料登入到「台灣動物路死觀察網」。首先，下載台灣動物路死觀察網所發行的手機 APP (TaiRON Web APP 2.0)，上傳資料方式如圖 34，操作流程如下：

1. 開啟手機 GPS 定位功能。

2. 確認手機內建相機的「照片地理標示功能打開」並拍攝焦距清晰的照片。
3. 戴手套或用樹枝將動物大體一棟道路旁草叢，或者將屍體放入採集。
4. 結束調查後，開啟 APP 使用「線上回報系統」上傳照片，上傳成功後，系統會回傳該筆資料隻流水編號給上傳者。
5. 若有採集標本，請於採集帶上寫下該筆資料的流水編號，以冷凍宅配、貨到付款的方式寄到:552 南投縣集集鎮明生東路一號 特生中心 林德恩。



圖 33、路殺標本寄件標準流程
(圖片來源：台灣動物路死觀察網)

回報

動物照* 1~5張
環境照 0~5張

物種 請填入你初判的物種
補充說明 寫一些話跟大家分享吧

標本數量* 已採集標本 這裡勾選已採集標本
1

拍攝時間 2017/06/14 01:47 日期會自動帶入

拍攝地點* 23.8285 120.80277 經緯度也會自動帶入，如果沒有經緯度值，請點下方的「地圖」

地圖 無座標時填入路名里程數或地標 無經緯度時點這裡，會開啟google map，點選正確位置後關閉畫面即可回到這裡，並會自動產生經緯度

死因 路殺

紀錄者 dnlin (創用CC-姓名標示·姓名標示: 林德恩)

按下回報後，系統會回傳上傳成功與否的訊息，並告知資料編號

回報 重填

圖 34、APP 回報介面與使用說明
(圖片來源：台灣動物路死觀察網)

十四、棲地微棲地

以下針對各棲地類型作詳細的定義，如記錄表所列，大致上分為水域環境的流動水域、水溝、靜止水域、暫時性水域，以及陸域環境的樹林、草原、開墾地。在判斷個體所在的棲地環境的時候，還是要以個體四周的棲地類型為主要判斷的依據。例如：在防風林中，看到一隻澤蛙站立在水泥塊上，這時記錄的微棲地是「樹林」，而非「開墾地」。

5-14-1 流動水域

分為「 $<5m$ 河流」、「 $>5m$ 河流」，河流的寬度主要依據是水河面的寬度。若沒有辦法一眼判斷河面寬度，也可以依據河面的狀況做分類，若河面上被植被覆蓋，穿雨鞋可行走的溪流，大至上就是「 $<5m$ 河流」；反之，河面上無植被覆蓋，穿雨鞋無法穿越的就是「 $>5m$ 河流」。

5-14-2 水溝

分為「水溝」、「乾溝」及「溝邊植物」。台江國家公園的漁業用潮溝也屬於這類的棲地類型。無論是何種類型的水溝、有蓋無蓋的水溝，有水的狀態則記為「水溝」，無水的狀態則記為「乾溝」。若停棲在水溝兩旁所覆蓋的植物上，則為「溝邊植物」，大排水溝旁的紅樹林也屬於此範疇。

5-14-3 靜止水域

為長年有水的水域環境，包括：池塘、湖泊、沼澤、人工水池、魚塭均屬於靜止水域。長年有水池的定義是，水可維持數月以上，甚少乾枯。

靜止水域又可再進一步區分為：「水域」、「岸邊」及「岸邊植物」。在水域中活動者，無論是停棲在水面、水底、浮水植物上、石頭上、枯木上，均為「水域」；而在水池外緣的地面、石頭、草地均屬「岸邊」；而「岸邊植物」則是指個體停棲在池畔的灌

叢或樹木上，若是岸邊的低矮草皮則仍屬「岸邊」。

5-14-4 暫時性水域

係指受到雨水或人為灑水所形成的暫時性水域環境，而水量不能維持超過一週，常見於道路兩側、步道、空地等。在微棲地類別方面又可以分為「水域」及「水邊植物」若是在這暫時性水域的邊緣，但是明顯受到此水域吸引者，其微棲地記錄亦屬暫時性的「水域」。而「水邊植物」亦是指停棲在暫時水域的灌叢與樹木上。

5-14-5 樹林

這裡所指的樹林是以森林型態為前提，像是台江國家公園的海岸防風林，雖然防風林內有許多荒廢水溝，但仍不屬於前面所指的「溝邊植物」或「岸邊植物」。

在樹林的棲地內，再去分辨「喬木」、「灌叢」、「底層」及「樹洞」。簡單來分：比人高的是「喬木」，比人矮的是「灌叢」，這樣分辨即可。而「底層」常常與步道、馬路、水池岸邊、水溝、果園、空地等項目混淆，判斷依據是，牠所停棲的周圍是否為一片樹林的底層即可，像是在防風林下的賞蟬步道旁邊的落葉裡發現鉤盲蛇，即所謂「底層」。

5-14-6 草原

草原的前提大面積、非人為常態管理的草原，因此操場、高爾夫球場、公園等草地，係由人為定期除草而維持點草皮的狀態，因此歸屬於空地，而非短草。。再進一步分辨，比人矮的叫「短草」，比人高的叫「高草」，常見的有芒草堆、草澤。

5-14-7 開墾地

泛指有人為活動而衍生出來的棲地類型，又細分為以下 10 種：水田、旱園、果園、竹林、廢耕、住宅、馬路、步道、空地，及其他。

稻田的棲地類型又可以細分為「水田」和「旱田」，主要差別在於稻田內是否還有

水，這會影響兩棲類的棲地利用，因此必須做出區分，像是在耕作時需要蓄水的作物，例如：菱角田、茭白筍田就屬於「水田」。而菜園、低矮的農耕地、即將收割的稻田等，都是屬於「旱田」。而「果園」主要是用於農作物的高度比較高，像是茶園、檳榔園、果樹等，若是匍匐莖的作物則是「旱田」。「竹林」則是土地上主要的農作物是竹子。「廢耕」則是這塊土地曾被耕作，現在閒置的狀況。住宅則是當周遭環境有許多人造環境，像是廟宇、房舍等。「車道」與「步道」的區別在於路面的寬度，道路寬度容得下一輛車的寬度，稱為車道，而規劃給行人、遊客徒步區則歸納為步道。「空地」是大面積人造的空曠區域，包含操場、公園、停車場等。若沒有辦法被上述類型歸納，則收錄在「其他」。

十五、數量估計

數量通常記錄在棲地欄位內，以阿拉伯數字或正字記號，通常調查方法為穿越線法，會使用正字記號，來減少塗改次數。在相同樣區內觀察到相同的物種在不同的棲地環境可以共用一列，但成體行為和生活型態不同時，會記錄在不同列，如下表：

種類	記錄方式		生活型態	成體行為	水域		水溝			靜止水域			暫時水域		備註
	目視	聽音			河 <5m	河 >5m	水溝	溝邊植物	乾溝	開闊水域	水池岸邊	岸邊植物	水域	水邊植物	
斑龜	V		雌	單獨							1			3	
斑龜	V		雄	單獨							2				

因此記錄的順序是，1.尋找到物種；2.確認物種種類；3.確認物種隻數；4.找到發現物種所在棲地，在記錄表上應該要歸類在哪個合適的棲地類型，位於記錄表的上表或下表；5.寫下物種名稱；6.填入成體行為的編號；7.填入生活型態的編號；8.在微棲地類型的欄位中，劃上個體數量的正字標記。

陸、資料彙整

資料在當次調查完成後，盡量在當天也一並將資料輸入成電子檔，以免紙本資料遺失。電子檔的建檔盡量和記錄表的欄位位置相同，減少輸入時錯誤。若備註欄有資訊，也應該在填入電子檔內。資料應該要妥善保存於多個儲存空間。

第三節 斑龜調查與標記標準作業流程

本調查在調查期間已經捕捉斑龜 53 隻個體，且成功上標 43 隻次，有鑑於斑龜並不容易利用穿越線目視調查，容易低估其族群量，因此在本段落針對斑龜的調查與標記標準作業流程做詳細的說明，建議未來台江國家公園能夠持續針對斑龜進行個體識別標放，了解斑龜在台江國家公園內的族群數量狀況。標放的過程我們可以分成 5 個步驟，1.調查規劃；2.魚籠設置；3.形質測量；4.永久標記上標；5.釋放個體。

壹、調查規劃

本計畫的調查成果顯示，斑龜的捕捉率從 5 月開始大幅提升，直到 8 月過後捕捉率開始大幅下降。因此為了提升捕捉效率與節省人力，本計畫建議為來台管處可以在 5 月到 8 月的這段時間進行斑龜的捕捉與標放。每次的斑龜調查必須要放置魚籠一段時間，建議延續本計畫的單位努力量每個月進行一次調查，放置魚籠 5 天 4 夜，將單位努力量定量才能將資料做跨年份的比較。

樣點的選擇也可以參考本計畫之點位，擺放在捕獲率較高的樣點做長期監測，分別是焚化廠、台管處、安清路 (表 1)。斑龜喜好在草澤環境，像是台江地區的荒廢魚塢，周邊長滿植被，且邊坡坡度緩和，非常適合斑龜棲息。此外，水體鹽度不宜過高，像是槽溝和瀉湖就鮮少有斑龜棲息。

龜鱉類標放需要準備的器材有：魚籠、餌料、濾水網、磅秤、銼刀、游標尺，以

下將針對這些工具的選用作大致上的介紹。

一、魚籠

魚籠類型多樣，選擇上以簡單好操作為主，可以選擇網目較大的魚籠（3 分以上），避免魚類卡在網目上。

二、餌料

本計畫使用的是狗飼料 (Classic Pets 加好寶狗乾糧 - 雞肉口味, Perfect Companion group Co., Ltd., Thailand)，不同品牌的飼料可能對龜的吸引力有些許的差異。若要針對鱉類作捕捉，則需要放置血腥味較重的餌料，如豬肝、牛肉片。

三、磅秤

測量龜鱉目的磅秤，建議使用機械性的磅秤以免水波濺到磅秤而損壞，承受重量大於 7.5 公斤，但承受重量越重的磅秤，刻度會較粗略，需要特別考量。

四、銼刀

銼刀用於在龜的背甲上磨出一個深約 1.5 公分左右的缺刻，作為個體永久辨識標記。銼刀建議是三角形，擁有一大一小，針對不同個體大小來選用。

五、游標尺

建議使用塑膠或鐵製的游標尺，以免電子零件碰到水而損壞，游標尺長度建議能

夠超過 35 公分，目前本計畫量測到最長的背甲長為 26 公分。

貳、魚籠設置

網內的餌料會放置在網目較小的濾水網袋中，再放入魚籠內，避免飼料逸散，在將網袋口打結。為了避免斑龜進入網中溺斃，因此在魚籠中會放置空寶特瓶或浮球，讓魚籠有一部分浮於水面之上（圖 35）。若採集鱉類建議使用沉底式陷阱。放入水中之後，將於籠的繩索綁在岸上的穩固的木本植物上，或是一大把的草本植物，避免魚籠漂走。在於籠的繩索上需要放置採集證明，防止魚籠遭人拿取。



圖 35、魚籠內擺放飼料與寶特瓶

參、形質測量

以下針對本計畫使用之記錄表（附錄 3）來逐一說明記錄要點，除了基礎的資訊有：日期、時間、調查者、溫度、濕度、天氣，這些資訊的記錄方式和兩棲爬蟲記錄表的記錄方式相似。每隻個體需要記錄的有：樣點編號、物種、性別、重量、背甲

長、背甲寬、上標編號，以下針對個體所需的記錄方式逐一說明。

一、樣點編號

每次調查的樣點是固定的，為了方便填寫與統一樣點名稱，可以將樣點作編號後印在記錄紙上，在捕捉到烏龜後直接填寫樣點編號。若該樣點在今天沒有捕捉到個體，也需要將樣點編號寫上，但後方的記錄空白，來記錄今天已經巡視過這個樣點的魚籠陷阱。

二、物種

常見的種類像是斑龜、巴西龜（紅耳龜）、中華鱉，也能以編號取代，捕捉到個體後，確認物種在填入代號。

三、性別

龜鱉類的性別可以從尾巴的泄殖腔位置來判斷，將斑龜的尾巴整個拉直之後，觀察泄殖腔與龜甲的相對位置，雄龜的洩殖腔通常位於龜背甲最末端的外緣（圖 36 左）；雌龜的泄殖腔通常位於龜背甲最末端之內緣，尾部的後半段也比較細（圖 36 右）。



圖 36、雄性斑龜泄殖腔位置（左圖）與雌性斑龜泄殖腔位置（右圖）

四、重量

捕捉到的個體我們希望能留下個體的基本形質，測量時將龜甲上的水分稍微擦拭，避免水分影響測量結果。

五、背甲長

量測的位置是背甲距離最長的兩個地方的直線距離，通常位於頭部後方的背甲開始，到尾部的背甲的這段距離最長。量測時是直線距離，並不是貼著龜甲的弧長。

六、背甲寬

量測的位置是烏龜左右側最寬的兩個點。量測時是直線距離，並非貼著龜甲的弧長。

七、上標編號

記錄該個體的上標編號，在調查之前需要查看上次的編號使用到幾號。若捕捉到

已經編號的個體，需要判讀龜甲上的編號，寫上編號，再做其他形質記錄。

八、永久標記

為了達到每隻個體的編號是獨一無二的，建議後續在台江計區標放的編號延續本計畫所上標的編號，以利後續個體的追蹤。使用銼刀在該做缺刻的龜甲為置畫出一個深度大於 1.5 公分的缺刻，但缺刻也不宜刻太深，會使個體受傷流血，以肉眼能夠清楚辨識缺刻為準。上標編號參考 (Cagle, 1939) 編碼方式 (附錄 4)，例如要標記的編號的編號為 24 號，則在 20 的背甲位置畫出一個缺刻，再把 4 號的背甲位置畫出一個缺刻，就完成了編碼，後續編碼方式依此類推。

九、釋放個體

完成測量以及記錄，釋放前盡量每隻個體都拍照做記錄，包含泄殖腔位置、編碼情形。將個體放置相同水池內，但須遠離架設魚籠陷阱的位置，避免不自然的重複捕捉。

附錄八 中國文化大學巫奇勳副教授對於台江國家公園兩棲爬蟲類資源經營管理建議

台江國家公園陸域兩棲爬蟲類生態資源基礎調查	
經營管理建議表	建議人:巫奇勳
<p>1. 調查範圍建議:透過本年度的調查整理出台江物種豐富度較高的區塊主要在安清路頭(網格 83、84、86、87、88)、城西保安林(網格、97、98、105、112)、四草魚塢區(網格 163、165)。後續台江國家公園或志工進行兩爬監測時建議可以參考本研究計畫之調查方法,針對以上網格及周邊地區增加調查頻度進行調查即可。</p> <p>2. 減少路殺的建議:本研究計畫發現路殺熱點為安清路的垃圾車專用道上,且路殺集中在安清路與安義路交界處。路殺高峰發生在 5、6 月,以斑龜發生的路殺次數最多,推測跟斑龜的繁殖活動有關。建議設置適當的改善措施,如設置告示牌,並加強對附近居民及焚化廠員工宣導,甚至可考慮安排志工協助宣導,提醒駕駛員降低在安清路上的行駛車速,以減少對野生动物的危害。</p> <p>3. 外來種監測上的建議:除了多線真稜蜥外,本計畫調查也首次在台江國家公園範圍內發現外來種亞洲錦蛙。 多線真稜蜥:多線真稜蜥入侵台灣南部地區已久,本年度調查也發現多線真稜蜥在台江地區分布廣泛且數量不少,顯示多線真稜蜥在台江地區以建立穩定的族群。以目前族群分布狀況來說,要移除效果已有限。建議持續監測追蹤多線真稜蜥在台江的分布範圍及族群數量變化。移除方面,多線真稜蜥移動快速,建議以導板式陷阱捕捉,放置在多線真稜蜥出沒頻率高的地區(鹽田文化村、鹽水溪岸、四草魚塢區),並於繁殖期高峰(10、11 月)進行移除,然而,使用陷阱捕捉,在移除期間也須小心考量對本土物種的影響。 亞洲錦蛙:目前亞洲錦蛙的分布侷限在城西防風林一帶,整年度調查都沒有聽到雄蛙求偶的鳴叫聲,且目視發現的個體也不大,推測亞洲錦蛙入侵台江時間並不長。建議針對族群尚未擴散的亞洲錦蛙能利用每年春、夏季連續降雨時持續監測,並直接徒手移除個體以瞭解亞洲錦蛙的分布及族群量。另外,本年度調查並未紀錄到亞洲錦蛙鳴叫及卵塊或蝌蚪,建議,能針對亞洲錦蛙出現的網格及周邊地區設置錄音機或觀察防風林內的水池以確定亞洲錦蛙在台江地區是否有繁殖活動。以上措施相信也有助於釐清園內亞洲錦蛙族群的引入來源。</p> <p>4. 台江兩棲類與龜鱉類使用的水域多為半淡鹹水體,顯示這些棲息於台江國家公園範圍的蛙類與龜鱉類對於含有鹽分的水體已經具有相當程度的適</p>	

應。有鑒於目前相關文獻仍缺乏,值得後續針對以上類群進行鹽度壓力下的適應及面臨潛在威脅進行研究,未來能將資料轉化為解說或環境教育之應用素材。

單位:中國文化大學 生命科學系

職稱: 副教授

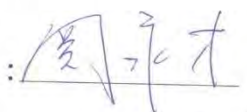
簽名: 

附錄九 東海大學關永才特聘教授對於台江國家公園兩棲爬蟲類資源經營管理建議

台江國家公園陸域兩棲爬蟲類生態資源基礎調查	
經營管理建議表	建議人:關永才
<p>1. 後續台江國家公園志工進行兩棲爬蟲監測時，可以針對本次調查所整理出的物種分布熱區，像是安清路頭(網格 83、84、86、87、88)、城西保安林(網格、97、98、105、112)、四草魚塢區(網格 163、165)，做為首要監測之區域。而監測方法建議以本計畫所使用的最具成效之調查方法，爬蟲類使用穿越線目視測法，兩棲類則使用穿越線目視測法為主，鳴叫計數法為輔。</p> <p>2. 本研究計畫發現，安清路和安義路交界處發現許多路殺個體，其中又以斑龜的數量最多，高峰期發生在 5、6 月，可能與斑龜的繁殖週期有關。而該條道路的使用者單純，多數是來往焚化爐的垃圾清運車，因此建議設置適當的改善措施；例如，設置告示牌，並加強宣導附近居民及焚化廠員工，降低在安清路上的行駛車速，以減少對野生動物的危害。</p> <p>3. 本研究計畫也在台江國家公園範圍內首次發現了外來入侵種亞洲錦蛙，亞洲錦蛙族群擴張迅速，必須在發現入侵的初期進行防治。目前亞洲錦蛙的分布侷限在城西防風林一帶，而且整年度調查都沒有聽到雄蛙求偶的鳴叫聲，推測族群量尚未完全擴張。亞洲錦蛙的繁殖季集中在每年春、夏季連續降雨的時後，建議在這段時間內，能夠針對該物種加強調查頻度，撈除亞洲錦蛙的蝌蚪及卵塊，成體則直接徒手移除個體。針對周緣地區也在這段時間架設自動錄音機監測是否有繁殖活動，來了解亞洲錦蛙是否開始擴散到其他區域。</p> <p>4. 本研究計畫調查也發現入侵台灣南部地區許久的多線真稜蜥，根據調查結果，多線真稜蜥已經廣泛分布在台江地區，也建立了龐大的族群數量，以人工移除成體的方式效果有限，建議持續監測追蹤多線真稜蜥在台江的分布範圍及族群數量變化，若需要移除，則以本研究計畫使用之專板式陷阱捕捉，並且在繁殖期高峰(10、11 月)擺放在多線真稜蜥出沒頻率高的地區(鹽田文化村、鹽水溪岸、四草魚塢區)進行移除。</p> <p>5. 透過本年度的調查瞭解台江地區兩棲爬蟲動物的資源現況，也發現台江國家公園境內的兩棲類與龜鱉類使用的水域多為半淡鹹水體。未來受到氣候變遷的威脅，導致海平面上升與溫度上升，原先生存在內陸地區的生物開始受到鹽化的挑戰，以及面臨較極端的高溫，生物是否能夠生存與適應環境，目前相關文獻仍然缺乏，而台江地區的兩棲爬蟲類物種是探討這方面</p>	

議題的良好研究對象，後續可針對以上類群進行鹽度壓力下的適應及面臨潛在威脅進行研究，並將資料轉化為解說或環境教育之應用素材。

單位:東海大學 生命科學系
職稱:特聘教授

簽名: 
107.12.5

附錄十 期中審查會議審查意見答覆對照表

壹、會議時間：107 年 7 月 11 日 (星期三) 下午 2 時 30 分

貳、開會地點：本處第 1 會議室

參、主持人：楊副處長金臻

肆、審查意見：

委員問題	回覆
許委員富雄	
1、本計畫設置樣區廣泛，且含各類調查方法來建立園區兩爬資訊，頗值得肯定。	感謝委員的肯定。
2、建議增強台江國家公園相關兩爬文獻與物種資訊之收集。	感謝委員指導，已於成果報告中加強台江國家公園兩爬文獻與物種資訊的收集。方法部分詳見第 7 頁。結果部分詳見第 19-22 頁。
3、請研究團隊再詳細核對圖表順序，如第 11 頁圖 39、第 21 頁表 4 之文獻紀錄、第 28 頁圖 1 之標示等。	感謝委員指導，已於成果報告中詳細核對圖表順序。
4、建議物種名稱統一利用如 GBIF 之中文名，並結合文獻與調查結果來呈現。	感謝委員指導，已於成果報告中修正。
5、建議研究團隊能由園區管理分區或棲地型態，對園區之兩爬資源分布與保育策略提出探討。	感謝委員指導，已於成果報告中提出探討。詳見第 78-80 頁。
6、請增強相關調查方法之陳述，並搭配結果之例行與補充調查說明。	感謝委員指導，已於成果報告中增強相關調查方法之陳述，並搭配結果之例行與補充調查說明。詳見第 7-14 頁。
7、本計畫工作項目包含建立監測標準作業程序，建議針對熱點進行深入調查。	感謝委員指導，已於成果報告中修正，有關建立監測標準作業程序分別撰寫於第 74-77 頁以及附錄 7(第 107-134 頁)
8、針對工作項目乾濕季變化，請問下半年將如何進行調查？	感謝委員指導，做法已撰寫在成果報告中 (第 17 頁)，結果請見第 68-73 頁。

陳委員添喜	
1、缺參考文獻	感謝委員指導，已於成果報告中修正。(第 87-89 頁)
2、分布圖中為何有些陸域範圍沒有網格？建議補充說明。另外，圖例「未出現」應改為「未發現」，因有可能兩爬有出現，但調查時沒發現。	感謝委員指導，網格劃設標準在第 7 頁。本團隊在討論之後，「未出現」還是比較合適。
3、請提供較詳細調查方法之描述，如龜的背甲長測量方式。	感謝委員指導，詳細的龜背甲長測量方式請見第 7 頁。另於標準作業程序亦詳細說明作法 (第 133 頁)。
4、本計畫調查用的蝦籠其實是魚籠。建議期末報告監測標準作業程序中應詳細說明監測方法，如魚籠內怎麼放寶特瓶讓魚籠漂浮等。	感謝委員指導，已經在期末報告中修正該字。詳細的魚籠架設方式請見第 11 頁。另於標準作業程序亦詳細說明作法(第 131 頁)。
5、有關陷阱設置，有些地點可嘗試用不同的誘餌，像鯊喜歡新鮮、帶血的誘餌，如豬肝、牛肉片。另外，採集鯊建議使用沉底式陷阱；陸地陷阱可嘗試蝦籠加導板，用以捕捉蛇或蜥蜴。	感謝委員的建議，考量人力與經費，未採用委員之建議。
6、我曾在安平古堡一帶看過巴西龜，推測台江國家公園內有可能也有此龜。巴西龜喜棲息於人類聚居處，有棄養問題，所以調查樣區應含括人為棲地。	感謝委員指導，本次調查還是以台江國家公園範圍內為主。調查樣區有含括人為棲地，但本計畫未調查到巴西龜。
7、本計畫是以 500*500 公尺網格方式進行調查，因不同動物類群之合適棲地並不相同，建議依不同類群區分監測方法。另外，若未來監測方法亦以 500*500 公尺網格方式進行調查，對台管處而言可能會很辛苦，建議適度合併網格。	感謝委員指導，今年度的調查以普查為主。因此尺度設定 500*500 公尺。另外我們已建議台管處的例行調查，能夠簡化，僅針對熱點地區的網格進行監測即可。不過建議還是可以每 3-5 年委由專業團隊進行全網格的調查 (第 74~77 頁)。另外亦在監測標準作業程序撰寫 (第 107-134 頁)
8、報告中計畫緣由大部分在探討兩棲爬蟲類與鹽分的關係，但其實很多陸生兩爬與鹽分無關，如蛇類等，建議多蒐集兩爬與其他環境因子關係之文獻。	感謝委員指導，由於台江國家公園範圍內水體多為半淡鹹水環境，因此探討兩棲爬蟲類的鹽類適應較具特色。關於兩棲爬蟲類與鹽分的關係，也新增文字在前言中。(第 1-2 頁)

<p>9、建議斑龜標記不要只標一個地方，避免個體間碰撞或長時間標記磨平不清楚造成誤判。</p>	<p>感謝委員指導，本團隊的標記的方式參考 Cagle, F. R. (1939). A system of marking turtles for future identification. <i>Copeia</i>, 1939(3), 170-173.。若可能可以再評估是否要標其他地方。</p>
<p>10、斑龜或鱉上岸不一定是為了產卵，雨下很多或缺水時也會上岸。</p>	<p>感謝委員指導，已修正相關文字 (第 46 頁)。</p>
<p>11、報告第 21 頁雨傘節、眼鏡蛇、草花蛇保育等級之調整目前尚未正式公告。</p>	<p>感謝委員指導，已修正 (第 26 頁)。</p>
<p>12、在臺灣，像斑龜這種一般類野生動物，一直都有獵捕利用問題，主管機關應正視此問題。</p>	<p>感謝委員的提醒。</p>
<p>13、沼澤生態系不論是半淡鹹水域或淡水域，龜鱉生物量都很大，雖然多樣性不高，仍值得重視。</p>	<p>感謝委員的提醒。</p>
<p>企劃經理鄭課長脩平</p>	
<p>1、本案所記錄之點位坐標、相片建議可提供於本處地理資訊系統參考。</p>	<p>感謝委員指導，點位座標在報告的第 91~96 頁。點位座標與相片也會收錄於結案光碟中。</p>
<p>2、建議補充各物種適合棲息之環境，以及就調查成果提出需要特別保護之物種及外來種處理原則等，以利未來本處經營管理參考。</p>	<p>感謝委員指導，已經在成果報告中給予建議 (第 78~80 頁)。</p>
<p>3、城西防風林及鹿耳門溪二處為兩棲爬蟲類分布熱點，是否有相似之環境，有利該物種棲息。</p>	<p>感謝委員指導。有關這方面還需要更深入的調查才能了解，值得後續研究探討。</p>
<p>解說教育課高約聘研究員介志</p>	
<p>1、報告書提到部分兩棲類生長於有鹽分的水域環境之特殊性，建議可補充該物種出現的調查樣區水域鹽度等半淡鹹水相關資料。</p>	<p>感謝委員指導，考量到調查人力與經費，並無法量測所有樣區之水體，但在有放置魚籠的樣點量測水體的鹽度 (第 55 頁)。</p>
<p>2、建議補充描述各網格及其中設置 100 公尺穿越線的環境棲地類型資料。</p>	<p>感謝委員指導，本次調查有針對穿越線的環境棲地環境與生物資料做佔據模型的分析 (第 60 頁)。</p>
<p>3、調查網格 83-88 是物種相對豐富的熱點區域，請問該區域的環境特色為何？</p>	<p>感謝委員指導，可能是因該區域為休魚魚塭，鹽度不高，且有較多植被覆蓋，適合兩爬棲息。</p>

六孔管理站蔡約聘研究員金助	
1、有關調查地點可能要重新思考。東魚塢舊木麻黃林有很多蛇類，且現在也有一些淡水域，依我的經驗及文獻資料，兩棲爬蟲類物種豐度應不低於安南區。建議增加東魚塢與臺南大學七股校區交界處左右兩側約 700 公尺調查樣區，那一帶棲地多樣性很高。此外，七股光復國小周邊臺鹽宿舍群一帶、國聖燈塔東側魚塢區、臺南大學七股校區至特有生物研究保育中心七股研究中心籌備處 173 縣道沿線之紅樹林應該也會是兩棲爬蟲類熱點。	感謝委員指導，本調查已經在七股野鳥重要棲地(東魚塢、網格編號 58)，增設掉落式陷阱(第 10-13 頁)。臺南大學七股校區交界處、173 縣道沿線也在本團隊所畫設的網格所涵蓋的範圍之內(第 8 頁)。
2、報告中「六孔遊客中心警衛」應改為「保安警察第七總隊第七大隊」。	感謝委員指導，已修改文字(第 67 頁)。
3、七股地區蛇、龜調查方法建議做些調整。	感謝委員指導，已在七股野鳥重要棲地(東魚塢、網格編號 58)，增設掉落式陷阱(第 10-13 頁)。。
保育研究課郭技士曄嫩	
1、期末報告請增加「建議」章節。	感謝委員指導，已新增「建議」章節(第 84-85 頁)。
2、請說明棲地佔據模式估算方式，包含棲地因子。	感謝委員指導，已經在成果報告中增加描述(第 14-16 頁)。
3、路殺斑龜有否懷卵紀錄？如有，請補充於報告中。	感謝委員指導，有看到懷卵記錄，但記錄時無詳細記錄，因此不列於報告中。
4、請問至目前有無蛙卵或蝌蚪之調查資料？	感謝委員指導，有些地方有蝌蚪，但是因為本次報告以分布為主，因此沒有特別列出。
5、亞洲錦蛙目前只有 1 筆紀錄，是否有可能因努力量不足造成？有沒有可能增加錄音調查？	感謝委員指導，相關調查成果已撰寫於第 28 頁。由於本調查計畫並非完全著重於亞洲錦蛙的族群調查，因此還是以蒐集全區域的兩棲爬蟲類基礎生態資料為主。考量經費與人力狀況，本計畫中無採用錄音調查。
6、請問計畫團隊及外聘委員，未來	感謝委員指導，已經在成果報告中

<p>本處針對外來種亞洲錦蛙及多線真稜蜥應如何處置為宜？</p>	<p>(第 78-79 頁) 給予管理處建議。</p>
<p>楊副處長金臻</p>	
<p>1、亞洲錦蛙出現的嚴重性為何？</p>	<p>感謝委員指導，亞洲錦蛙生殖潛能高，三崁店幾年前只有 1-2 隻，現在亞洲錦蛙已經比黑眶蟾蜍及澤蛙還要多，建議台管處防患未然。亞洲錦蛙每次產卵約 1 千至 5 千顆，蝌蚪及成蛙皆有毒，沒有天敵，一旦入侵，經過幾個繁殖季之後就很難移除。建議台管處能盡早開始防治</p>

附錄十一 期末審查會議審查意見答覆對照表

壹、會議時間：107 年 12 月 13 日 (星期四) 下午 2 時 30 分

貳、開會地點：本處第 1 會議室

參、主持人：游處長登良

肆、審查意見：

陳委員添喜	
參考文獻格式統一。	感謝委員指導，已於成果報告中修正 (第 87-89 頁)。
科學名、種名校對(如第 12 頁)。	感謝委員指導，已於成果報告中修正。
過去金門做龜類調查，常在海邊發現鉛色水蛇，可見該物種不一定出現在水田，請在確認。	感謝委員指導，本計畫目前未發現鉛色水蛇。
物種豐度區塊劃分在 500*500m 網格是否合宜?	感謝委員指導，今年度的調查以普查為主。因此尺度設定 500*500 公尺。
佔據模式分組是否合宜，建議合併 (魚塭與水池的差異)。	感謝委員指導，由於考量到魚塭與水池的棲地類型，可能會影響到兩棲爬蟲類的分布，因此還是予以保留，棲地類型的差異都有列表完整描述 (第 15 頁)。
CA、occupancy model 不同物種特性要保守討論。	感謝委員指導，不是每個物種都適合做 occupancy model 分析，本團隊是以數量較多的物種進行分析。(第 14-16 頁)、(第 59-66 頁)
監測標準作業程序內容請再補充。	感謝委員指導，已補充監測標準作業程序於附錄七 (第 107~132 頁)。
烏龜上岸或過馬路不一定與繁殖關，有時是因為魚塭放低或放乾池水，烏龜上岸離開後就有可能需要過馬路。	感謝委員指導，由於之前的路殺調查時，會看到母龜的屍體內有龜卵，因此做出這樣的推論，在結案報告的文字中會在修正 (第 46 頁)。
許委員富雄 (書面意見)	
本計畫獲取園區廣泛區域之兩棲爬蟲類的物種分布資訊，同時探討不同季節與棲地的可能影響，頗值肯定。	感謝委員肯定。
本計畫對園區兩棲爬蟲類之監測標準	感謝委員指導，已補充監測標準作業

<p>作業程序分別提出，以目視預測和路殺記錄來監測爬蟲類，以目視預測法、鳴叫記數法或自動錄音機等方式來監測兩棲類。惟對相關方法之監測程序（如調查季節、天候條件、調查時間、樣線長度、調查方式及如何量化資訊比較）著墨較少，建議可增加相關陳述以為後續園區兩爬動物監測之參考。</p>	<p>程序於附錄 7 (第 107~132 頁)。</p>
<p>園區兩爬經營管理建議之監測部分，似乎僅有外來種監測的建議。就研究團隊之調查成果，園區是否有較具代表性之兩爬物種或群聚組成的監測，可反應園區棲地之變化，請研究團隊衡量提出建議。</p>	<p>感謝委員指導，已補充監測標準作業程序於附錄七 (第 107~132 頁)。</p>
<p>本計畫提出兩棲類（澤蛙蝌蚪）之鹽度適應機制與棲地變化的關係頗有進一步監測探討的價值。</p>	<p>感謝委員指導，本團隊也在期末報告中建議給管理處，針對兩棲類的鹽度適應，未來研究方向是如何 (第 79~80 頁)。</p>
<p>本處解說教育課林課長文敏</p>	
<p>樣區為何選擇在台江國家公園範圍外的縣道 173 附近？</p>	<p>感謝委員指導，此處有較多的農田棲地類型，亦算是台江國家公園的周緣地區，選定這些區域進行調查。可以更全面了解該區域的兩棲爬蟲。</p>
<p>調查資料可見路殺多在安清路上，推測周遭應有很好的棲地，是否可增加調查樣點？</p>	<p>感謝委員指導，目前計畫已完成，相關未來建議請詳見第 84 頁。</p>
<p>建議建立 SOP 後可辦理相關的教育訓練。</p>	<p>感謝委員指導，若有機會，可以與台江國家公園管理處一同舉辦相關的教育訓練。</p>
<p>本處保育研究課王課長建智</p>	
<p>報告書內文之後才放圖表，閱讀不易，請修改撰寫格式。</p>	<p>感謝委員指導，已修正格式。</p>
<p>報告第 11 頁之後所撰寫的台江國家公園分區及第 53 頁的分區圖是舊的分區，第 1 次通盤檢討業自 107 年 8 月 22 日起生效，請更正。</p>	<p>感謝委員指導，已修正內容 (第 9 頁)。</p>

監測標準作業程序部分未達當初預設的需求，請再補充。	感謝委員指導，已補充監測標準作業程序於附錄 7 (第 107~132 頁)。
結論與建議部分會成為往後本處兩棲爬蟲類研究參考依據，請再補充。	感謝委員指導，已詳細補充於第 81~85 頁。
第 33-37 頁簡報清楚，但報告書撰寫不夠清楚，請再補充。	感謝委員指導，已詳細補充於第 68~73 頁。
錯字部分將於會後提供，請修正。	感謝委員指導，已修正。
本處保育研究課郭技士曄嫩	
有關報告書格式，將於會後提供範本，請參考修正。	感謝委員指導，已依範本修正本報告格式。
成果報告書附錄請附上期中、期末審查會議審查意見答覆對照表。	感謝委員指導，已附上期中、期末審查會議審查意見答覆對照表(第 107~132 頁)。
除以網格呈現總物種數之外，建議另以網格呈現隻數或資料數。	感謝委員指導，在本團隊的斟酌之後，這樣的表示方式會過於雜亂，因此仍維持原呈現方式。
第 13 頁提到亞洲錦蛙個體不大，是否有體長、體重資料？	感謝委員指導，由於亞洲錦蛙個體目前正在製作透明骨骼標本，目前無法進行測量，未來若有機會再提供管理處參考。
圖 1 請呈現所有陷阱位置。因從圖中即可明顯看出有無在國家公園範圍內，建議不須特別區分，但可區分掉落式陷阱與魚籠陷阱。	感謝委員指導，已修正 (第 8 頁)。
何時測量魚籠陷阱水體鹽度？請補充於調查方法中。	感謝委員指導，已補上文字敘述 (第 11 頁)。
第 19 頁乾、濕季變化，是否有其他更直接的統計分析方法？	感謝委員指導，本調查計畫的時間尺度還不足以做統計分析，因此僅有敘述性的表示乾、濕季的物種組成差異。建議後續的調查團隊，能夠再累積資料後做相關的分析。
報告中調查方法、樣區名稱、物種名稱用詞請統一。	感謝委員指導，已修正文字。
許多圖名僅寫「台江」，請完整寫出「台江國家公園」。	感謝委員指導，已修正文字。
報告中有許多內文數字與圖表不符情況，請再檢視並修正。	感謝委員指導，已修正。
第 14 頁路殺調查結果，「彙整兩次	感謝委員指導，路殺調查與穿越線調

例行調查」是指哪兩次？	查時間相同，已修正（第 10 頁）。
本處楊副處長金臻	
安清路一段附近為何會成為兩棲爬蟲類熱點？有何棲地特殊性？	感謝委員指導，可能是因為安清路前段南側位於鹿耳門溪附近，是一個具有淡水魚塢、潮溝、樹林等環境的狹長型棲地，適合兩爬動物居住地。但還需進一步研究來確認。
如何移除亞洲錦蛙？	感謝委員指導，已於結案報告中給予建議（第 84 頁）。
游處長登良	
第 49 頁山樓仔是什麼？請於表中註記	感謝委員指導，山樓仔的是南蛇或細紋南蛇，已於結案報告中加入註記（第 67 頁）。
中國樹蟾 1 筆資料可能會造成閱讀者誤解，該筆調查資料已位於範圍外較內陸地區。本計畫園區物種名錄請務必謹慎列出。	感謝委員指導，已於第 23 頁的結果與建議中說明：「...另外，我們在不屬於台江國家公園範圍內的周緣地區（北棟榔）發現中國樹蟾（圖 11）。因此，如果在國家公園的範圍內，兩棲類共 5 科 6 種，若包含周緣地區（北棟榔），則為 5 科 7 種（表 6）。...」。另參見圖 11（第 34 頁）。
亞洲錦蛙移除方式是否也可以撈除蝌蚪方式進行？	感謝委員指導，已於結案報告中給予建議（第 84 頁）。
這次普查可作為第 2 次通盤檢討的參考依據，有些物種如果無法在這次調查結果中確定不在園區內，或許下一次調查未再發現時，即可從名錄中刪除。	感謝委員指導，委員建議可參考。
本計畫是本處第一次進行園區兩棲爬蟲類調查，將是往後園區兩爬資料重要參考依據，參考文獻是否要列出安平區志請再斟酌。	感謝委員指導，雖然安平區志的資料可信度有疑問，但大多數在安平區志中所描述的物種，的確在本次調查中也是有發現的。因此還是將安平區志列入參考文獻，再之後的調查，若持續沒有調查到僅有安平區志內描述的物種，也許可以依照委員建議，將該物種從名錄中刪除。