

台江國家公園兩棲爬蟲動物相調查

張原謀^{1,3}，莊孟憲²，宋紹民¹，黃議新¹，籃浩維¹，
楊智宇¹，鄭智軒¹，吳俊毅¹，王朝威¹

¹國立臺南大學生態暨環境資源學系；²真理大學環境教育暨生態保育研究推廣中心；

³通訊作者 E-mail: changyuanmou@gmail.com

[摘要] 本研究於 2018 年 3 月至 11 月間進行台江國家公園兩棲爬蟲現況調查，以了解動物資源與分布、相對豐富度、使用之棲地類型，並初步探討國家公園內發現斑龜棲地的鹽度範圍。本研究將台江國家公園陸域範圍以 500 × 500 m 的尺度劃設網格，並於網格內設置一條穿越線，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等調查方式，進行台江國家公園兩棲爬蟲動物的分布、豐富度等資料收集。利用正射影像圖，套疊網格並計算各棲地類型組成百分比，以瞭解物種的分布現況與可能對應的環境關聯性。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(若包含在北極榔發現的中國樹蟾，則為 5 科 7 種)，爬蟲類共 8 科 20 種。物種豐富度較高的區塊位於管一(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)、管五(鹿耳門溪沿岸一般管制區)及管六(城西一般管制區)。兩棲類以澤蛙調查到的數目最多，分布最廣。爬蟲動物以蛇類調查到的種類最多，數量上則是壁虎科的疣尾蝮虎數量最多，分布最廣。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。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。其他在台江分布較廣物種，包括疣尾蝮虎以及多線真稜蜥則比較看不出來偏好哪種地景。值得注意的是，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，亞洲錦蛙與多線真稜蜥皆屬於外來入侵種動物，需要後續的監測與關注。另外，魚籠陷阱共捕捉斑龜 58 隻次，其中公斑龜 31 隻次，母斑龜 27 隻次。捕捉到斑龜的水域大部分是在含有鹽分的半淡鹹水，鹽度介在 0.1 - 9 ppt 之間，推測斑龜可能具有鹽度上的適應，值得進一步研究。

關鍵字：兩棲類、爬蟲類、外來入侵種、台江國家公園

The Herpetological Fauna of Taijiang National Park

Yuan-Mou Chang^{1,3}, Meng-Hsien Juang², Shau-Min Sung¹, Yi-Sin Huang¹,
Hao-Wei Lan¹, Zhi-Yu Yang¹, Chih-Hsuan Cheng¹, Jun-Yi Wu¹ and Chao-Wei Wang¹

¹Department of Ecology and Natural Resources, National University of Tainan; ²Environmental Education and Ecological Conservation Extension Center, Aletheia University; ³Corresponding author
E-mail: changyuanmou@gmail.com

ABSTRACT Five methods were used to survey the number of species and the amphibians and reptile distribution in Taijiang National Park. These methods included visual encounter survey, audio strip transect, dead on the road, pitfall trap and fish trap. We used rectified aerial photos to classify habitat types for habitat analysis. A total of 26 species from 12 families were documented, including six amphibians from four families and 20 reptiles from eight families. Overall, Existing Use Areas 1, 2, 4, 5 and 6 showed the highest amphibian and reptile species richness. *Fejervarya limnocharis* was the most abundant and widely distributed amphibian species. *Hemidactylus frenatus* was the most abundant and widely distributed reptile species, while snakes had the highest number of species recorded. The occurrence of *Hoplobatrachus rugulosa* and *Kaloula pulchra* was associated with forests (i.e. the windbreak forests), the occurrence of *Duttaphrynus melanostictus*, *Microhyla fissipes* and *Eutropis longicaudata* was associated with agriculture lands and infrastructures. The occurrence of *Fejervarya limnocharis* was associated with agriculture lands, infrastructures and open grassy habitats. It is worth to note that there were two invasive species recorded in the survey: *Kaloula pulchra* and *Eutropis multifasciata*. Their population and distribution changes should be continuously monitored. Lastly, the fish trap survey collected a total of 58 *Mauremys sinensis*, which were mostly found in brackish water with salinity ranging from 0.1 to 9 ppt, indicating that they may adapt to or tolerate salinity.

Keywords: amphibian, reptile, invasive species, Taijiang National Park

前言

國家公園設立的重要目的之一，是為了保護區域內的自然風景、野生物及史蹟。國家公園的存在，對於其中的生態系統維持以及生物多樣性保育，扮演重要角色。了解國家公園內生物的組成、數量、空間分布與棲地利用狀況，是後續相關研究、經營管理、解說教育的基礎。長期的監測資料不僅有助於了解各物種族群的變動情形，更可進一步了解氣候或環境變遷對生物多樣性的影響，提供國家公園經營管理的依據。台江國家公園自民國 98 年成立以來，已陸續進行各項生物資源的調查與監測，然而在區域範圍內及周緣地區(台南市安平區、安南區、七股區等)之兩棲爬蟲物種及分布狀況所知有限，這些文獻多為名錄資料，或是在特定地點上針對某些物種的研究論述(林朝成等 1998, 莊孟憲 2005, 衍生工程顧問有限公司 2009, Chang *et al.* 2016, 臺灣世曦工程顧問股份有限公司 2017a, 臺灣世曦工程顧問股份有限公司 2017b)，因此有必要針對國家公園內兩棲爬蟲動物進行確認與系統性調查。

台江國家公園位處西南沿海，陸域土壤鹽

分高，多處水體含有鹽分(半淡鹹水、brackish water：指鹽度 0.5-30 ppt 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)，影響其數量與分布 (Hopkins and Brodie Jr 2015, Chang *et al.* 2016, Agha *et al.* 2018)。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)，是影響兩棲類的數量與分布的重要因素之一 (Balinsky 1981, Boutilier *et al.* 1997, Karraker 2007, Hopkins and Brodie Jr 2015)。目前，在現存的八千種左右的兩棲類中，僅 144 種(大約 2%)可棲息或容忍半淡鹹水 (Hopkins and Brodie Jr 2015)。比起兩棲類來說，爬蟲類較能適應半淡鹹水環境，甚至有些爬蟲類棲息於海洋環境(例如海龜、海蛇)。現存的 278 種淡水龜鱉類中有 241 種有分布於海岸或河口地區 (coastline or estuary)，其中約 70 種 (30%，10 科)使用或棲息於半淡鹹水環境 (Agha *et al.* 2018)。屬於臺灣原生種的中華鱉 (*Pelodiscus*

sinensis)與斑龜 (*Mauremys sinensis*)也是可以使用或棲息於半淡鹹水的龜鱉類 (Lee *et al.* 2006, Chen and Lue 2010, Agha *et al.* 2018)，但是有關數量與分布，甚至生活的水體鹽度範圍的研究在臺灣仍較缺乏。

本研究目的在於建立台江國家公園兩棲爬蟲動物的基礎資料，做為未來相關研究、經營管理、保育與決策之參考。進行之工作如下：(1) 整理台江國家公園及周緣地區兩棲爬蟲類相關文獻。(2) 建立台江國家公園陸域兩棲爬蟲物種、分布、相對豐量 (relative abundance) 及其利用之棲地類型。(3) 瞭解斑龜使用之棲地與體型分布。

材料與方法

一、台江國家公園及周緣地區兩棲爬蟲之文獻回顧

本研究以「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」及「鱉」為關鍵字在 google 搜尋引擎、google scholar 搜尋引擎、臺灣碩博士論文知識加值系統進行文獻搜尋，收集相關環評報告、研究計畫成果報告、碩博士論文、期刊論文、地方志等資料中有關台江國家公園及周緣地區的兩棲爬蟲文獻資料，彙整成一份名錄，並與今年調查之資料進行比對。兩棲類學名參考 AmphibiaWeb (<https://amphibiaweb.org/>)；爬蟲類學名參考 The Reptile Database (<http://www.reptile-database.org/>)。

二、兩棲爬蟲種類、分布、相對豐富度及其利用之棲地類型

1. 網格調查

物種分布調查範圍包括台江國家公園及周緣地區。本研究以 500 m × 500 m 為一個單位網格大小，扣除掉無法進行調查或不適合進行調查的區域(例如海域或潟湖的面積超過網格 1/2 者、私有土地等)，將台江國家公園劃設

171 個網格(圖 1)，每個網格再依現地條件選擇一條 100 公尺的穿越線進行調查。周緣地區以三股村為代表(第 16-38 網格)，三股村從日治時代開始 (1905)至今，一直是台江地區重要的旱作農業所在地，種植甘藷、甘蔗、哈密瓜、蔥、蒜、番茄、水稻等作物(許獻平 2010)。由於農田生態系統是兩棲爬蟲重要的棲息環境，也是台江地區典型的生態系統之一，因此一併納入調查範圍。

本研究於 2018 年的 3 月至 10 月間，每 2 個月進行一次網格調查，共進行 4 次調查，每次調查皆包含一次日間調查(上午 9 點至下午 5 點)與一次夜間調查(傍晚 7 點至凌晨 12 點)。調查使用目視調查法 (Visual encounter method) 搭配鳴聲計數法 (Audio strip transects) (關永才等 2004, 楊懿如等 2008) 兩種方法。調查時，調查人員以徒步緩行的方式，走過 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、池塘等微棲地)進行調查，並記錄所目擊到的物種、隻數及出現地點等項目。另外，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，因此調查人員也透過鳴叫聲來進行兩棲爬蟲記錄，用以瞭解物種組成與相對數量(楊懿如等 2008)。兩棲的鳴叫聲分成四個等級記錄，「1」-1 隻鳴叫；「2」-2 到 5 隻青蛙的鳴叫聲；「3」-6 到 10 隻青蛙的鳴叫聲；「4」-超過 10 隻青蛙的鳴叫聲 (Lips 2001)。夜間調查時以手持手電筒照射之方式調查穿越線上之兩棲爬蟲動物。

在進行 4 次的網格調查期間，若發現馬路上有被壓死之兩棲爬蟲動物，亦進行其拍照、撿拾、鑑種及記錄。另外，在非網格調查期間，仍需前往台江國家公園進行掉落式陷阱與魚籠陷阱調查，發現馬路上有被壓死之兩棲爬蟲動物，亦進行其拍照、撿拾、鑑種及記錄，做為兩棲類出沒及分布的依據。

2. 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，本研究輔以 6 處的掉落式陷阱 (pitfall trap) 與 11 處的魚籠陷阱調查(圖 1)。

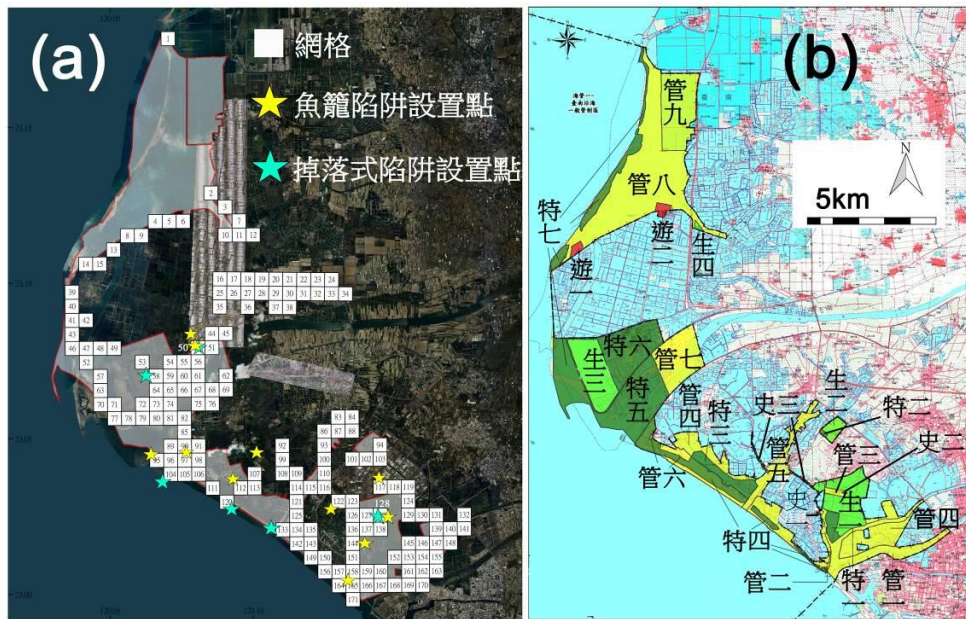


圖 1. (a) 台江國家公園兩棲爬蟲調查網格與陷阱設置位置

註：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；(b) 台江國家公園陸域分區圖，管一(鹽水溪水域一般管制區)；管二(台江學園一般管制區)；管三(安順鹽場一般管制區)；管四(安南魚塭一般管制區)；管五(鹿耳門溪沿岸一般管制區)；管六(城西一般管制區)；管七(曾文溪一般管制區)；管八(七股瀉湖一般管制區)；管九(鹽埕一般管制區)；特一(北汕尾濕地特別景觀區)；特二(鹿耳門濕地特別景觀區)；特三(城西濕地特別景觀區)；特四(安南沿岸保安林特別景觀區)；特五(曾文溪口特別景觀區)；特六(七股野鳥棲地特別景觀區)；特七(七股沿岸沙洲特別景觀區)；生一(北汕尾水鳥生態保護區)；生二(鹿耳門鸕鶿科生態保護區)；生三(十份黑面琵鷺生態保護區)；生四(七股溪口紅樹林生態保護區)；史一(四草砲台史蹟保存區)；史二(安順場務所史蹟保存區)；史三(竹筏港溪史蹟保存區)；遊一(南灣遊憩區)；遊二(六孔遊憩區)

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。掉落式陷阱設置在鹽田文化村(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 1 (網格編號 120，棲地類型：森林)、城西防風林 2 (網格編號 104，棲地類型：森林)、臺南大學七股校區(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)。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。每個樣點設置 4 個掉落式陷阱。設置的掉落式陷阱至少離馬路步道 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。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斑龜調查，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 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：魚塭、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：魚塭)、安清路(非網格內，棲地類型：魚塭)、城西魚塭(網格編號 112，棲地類型：魚塭)、臺南大學七股校區(非網格

表 1. 調查的網格範圍中，使用於對應分析(CA)之 7 種土地利用類型與估算出的面積

棲地類型	總面積(平方公里)	說明
建地	4.5	建築物、水泥河堤以及道路，等人工建物
水域	7.9	包含海域、潮溝、溪流、溝渠、排水溝等流動水域
草地	0.3	為土地利用中的草地
荒地	3.1	廢棄用地、裸露地等區域
森林	1.5	防風林區域
農地	3.7	包含部分水稻田、旱作等土地
魚塭	21.9	土地利用分類中，屬於水產養殖的土地

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蟹類活動，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：魚塭)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)調查均未捕捉到龜蟹類，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：魚塭)樣點。不過在第八次調查時，曾文堤岸樣點乾涸，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，來吸引龜蟹類進入陷阱。魚籠內也會放置空寶特瓶，使魚籠部分浮於水面上，避免捕捉到的龜蟹類溺斃。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。採集到之龜蟹類，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)，接著就地野放。每次調查結束後會將魚籠收回。

3. 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，以發現/未發現 (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。另外，本研究將每個網格中調查到的所有的物種 (包括兩棲爬蟲)、兩棲類的所有物種、爬蟲類的所有物種加總起來，做為兩棲爬蟲熱點的資訊。

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。

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 (500 m × 500 m) 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 1)。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 (Correspondence analysis, CA)。

結果

一、文獻記載之兩棲爬蟲物種名錄

統整過去的文獻資料發現，台江國家公園與周緣地區的兩棲類共有 1 目(無尾目)6 科 10

表 2. 台江國家公園及周緣地區兩棲爬蟲類動物名錄彙整，資料來源包括本研究與文獻記錄

科名	中名	學名	調查方法				文獻記錄
			目視調 查法 (隻數)	鳴叫計 數法 (資料數)	路殺調 查法 (隻數)	陷阱 (隻數)	
本研究							
狹口蛙科 Microhylidae	小雨蛙	<i>Microhyla fissipes</i>	8	31			1、5、10
	亞洲錦 蛙△	<i>Kaloula pulchra</i>	23			1	
赤蛙科 Ranidae	貢德氏 赤蛙	<i>Rana guentheri</i>	10	42	4		1、2、10
叉舌蛙科 Dicroglossidae	澤蛙	<i>Fejervarya limnocharis</i>	143	93	7	3	1、2、3、 4、5、6、 7、8、9、 10
	虎皮蛙	<i>Hoplobatrachus rugulosa</i>	31	9	1		1、10
蟾蜍科 Bufonidae	黑眶蟾 蜍	<i>Duttaphrynus melanostictus</i>	11	14	10		1、5、7、 8、10
樹蟾科 Hylidae	中國樹 蟾★	<i>Hyla chinensis</i>		1			7、8
盲蛇科 Typhlopidae	鉤盲蛇	<i>Indotyphlops braminus</i>	4			1	
扁蝮蛇科 Elapidae	雨傘節	<i>Bungarus multicinctus</i>	2		4		1、7
	眼鏡蛇	<i>Naja atra</i>	1		4		1、10
黃頰蛇科 Colubridae	花浪蛇	<i>Amphiesma stolatum</i>	2		5		7、8
	王錦蛇	<i>Elaphe carinata</i>	2		1		1、8
	青蛇	<i>Cyclophiops major</i>			1		
	南蛇	<i>Ptyas mucosus</i>	2		7		3、8
	紅斑蛇 ⊗	<i>Lycodon rufozonatus</i>	1				
	草花蛇	<i>Xenochrophis piscator</i>	1		3		1
	細紋南 蛇⊗	<i>Ptyas korros</i>	1				1
	赤背松 柏根	<i>Oligodon formosanus</i>	1				
壁虎科 Gekkonidae	鉛山壁 虎	<i>Gekko hokouensis</i>	3				1
	無疣蝎 虎	<i>Hemidactylus bowringii</i>	16				1
	疣尾蝎 虎	<i>Hemidactylus frenatus</i>	922	190	8		1
石龍子科 Scincidae	長尾真 稜蜥	<i>Eutropis longicaudata</i>	12		5	2	1
	印度蜓 蜥	<i>Sphenomorphus indicus</i>	1				7、8
	多線真 稜蜥△	<i>Eutropis multifasciata</i>	48		10	14	4、8
正蜥科 Lacertidae	蓬萊草 蜥◎	<i>Takydromus stejnegeri</i>				1	3
鱉科	中華鱉	<i>Pelodiscus sinensis</i>	1		5		1

(續)表 2. 台江國家公園及周緣地區兩棲爬蟲類動物名錄彙整，資料來源包括本研究與文獻記錄

科名	中名	學名	調查方法				文獻記錄
			目視調查法 (隻數)	鳴叫計數法 (資料數)	路殺調查法 (隻數)	陷阱 (隻數)	
地龜科	斑龜	<i>Mauremys sinensis</i>	14		25	45	1
僅文獻紀錄							
叉舌蛙科 Dicroglossidae	福建大頭蛙	<i>Limnonectes fujianensis</i>					1
赤蛙科 Ranidae	金線蛙	<i>Pelophylax fukienensis</i>					1
	拉都希氏赤蛙	<i>Hylarana latouchii</i>					1
樹蛙科 Rhacophoridae	日本樹蛙	<i>Buergeria japonica</i>					1
蝙蝠蛇科 Elapidae	黑頭海蛇	<i>Hydrophis melanocephalus</i>					1
	青環海蛇	<i>Hydrophis cyanocinctus</i>					1
	戈德福氏海蛇	<i>Hydrophis ornatus godeffroyi</i>					1
黃頰蛇科 Colubridae	鉛色水蛇	<i>Hypsiglossus plumbeus</i>					1
	赤腹游蛇	<i>Sinonatrix annularis</i>					1
	臺灣黑眉錦蛇	<i>Orthriophis taeniurus friesi</i>					1
飛蜥科 Agamidae	斯文豪氏攀蜥	<i>Japalura swinhonis</i>					1、8
壁虎科 Gekkonidae	蛤蚧	<i>Gekko gecko</i>					1
石龍子科 Scincidae	麗紋石龍子	<i>Plestiodon elegans</i>					1、8、10

△：外來入侵種；◎：臺灣特有種；⊗：第三作者(宋紹民)於 2017 年的調查資料。★：中國樹蟾發現之地點為北槿榔，在台江國家公園之周緣地區，非國家公園範圍內。各代號所代表之研究報告如下。1：林朝成等 (1998)；2：莊孟憲 (2005)；3：衍生工程顧問有限公司 (2009)；4：大港社區發展協會 (2012)；5：Chang *et al.* (2016)；6：鄭郁潔 (2017)；7：台灣世曦工程顧問股份有限公司 (2017a)；8：台灣世曦工程顧問股份有限公司 (2017b)；9：宋紹民 (2018)；10：台江國家公園網站 (<https://www.tjnp.gov.tw/index.aspx>)。★中國樹蟾發現之地點為北槿榔，在台江國家公園之周緣地區，非國家公園範圍內。

種、爬蟲類共有 2 目(有鱗目、龜鱉目)8 科 25 種(表 2)。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。

二、兩棲爬蟲種類現況

本研究共發現 12 科 26 種兩棲爬蟲動物(表 2)。兩棲類共 6 種，分別為小雨蛙、亞洲錦蛙、貢德氏赤蛙、澤蛙、虎皮蛙和黑眶蟾蜍。中國樹蟾發現的地點在北槿榔，屬於台江國家

公園的周緣地區，不在國家公園範圍內(圖 2g)。因此，如果僅在國家公園範圍內，兩棲類共 4 科 6 種，若包含周緣地區(北槿榔)，則為 5 科 7 種(表 2)。過去文獻中記載的金線蛙、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。值得注意的是，本次調查發現亞洲錦蛙，亞洲錦蛙屬於外來入侵種，且過去在台江國家公園沒有相關文獻紀錄。本研究所使用的四種調查法中，以目視調查法及鳴叫計數法調查到的資料較多(表 2)。

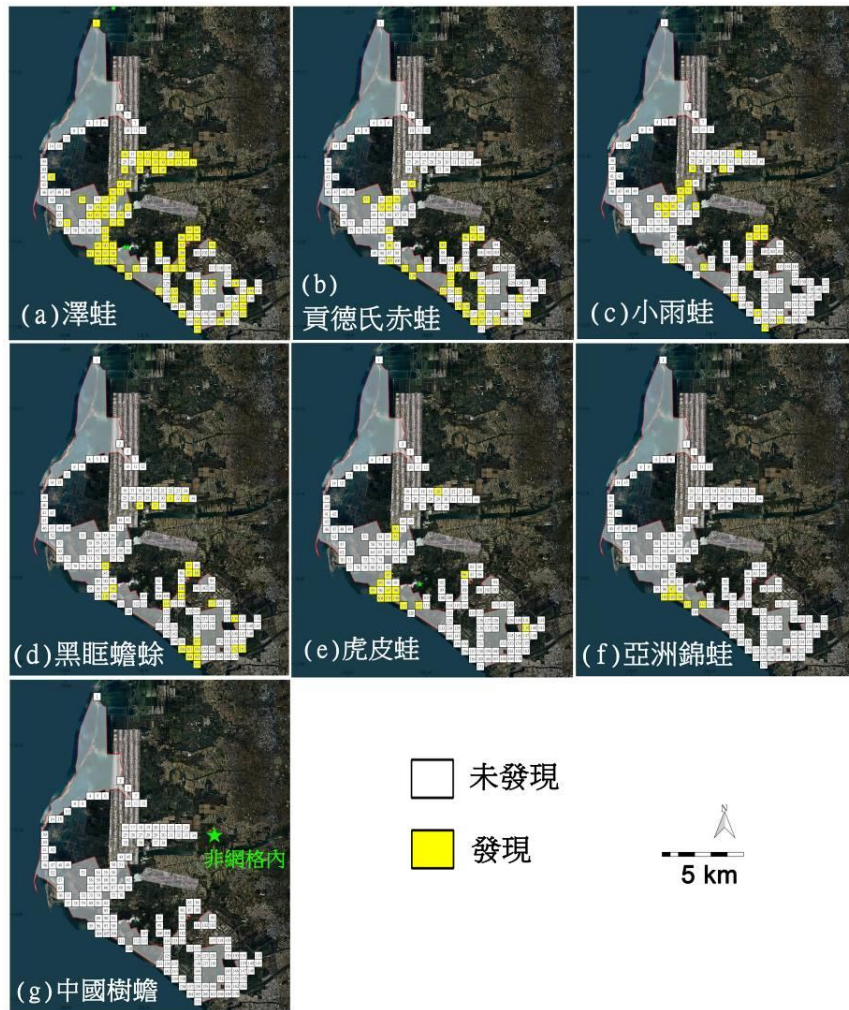


圖 2. 台江國家公園及其周緣地區兩棲類空間分布狀況

爬蟲類共 8 科 20 種(表 2)。蛇類為物種數最多的爬蟲類群，共記錄到 3 科 11 種。盲蛇科有 1 種，為鉤盲蛇，於過去之文獻中未記錄過。蝙蝠蛇科有兩種，分別為兩傘節與眼鏡蛇。黃頰蛇科有花浪蛇等 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。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，其中多線真稜蜥屬於外來入侵種。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 2)。過去文獻中有記錄但在本計畫未發現的物種包括臺灣黑眉錦蛇、鉛色水蛇、赤腹游蛇、蛤蚧、麗紋石龍子及斯文豪氏攀

蜥。使用的四種調查法中，若排除疣尾蝎虎的鳴叫資料資料、發現除目視調查法外，路殺調查法也可累積到不少資料(表 2)。

三、兩棲爬蟲分布

1. 兩棲類

澤蛙為資料數最多(表 2)、網格涵蓋率最高的蛙類(網格涵蓋率 49%) (圖 2a)，分布範圍包括管一、管二、管三、管四、管五、管六、管七、史二、特四、特三、特五、特六、甚至台江國家公園最北端-青山漁港南堤也有調查到(網格 1) (圖 2a)。記錄最大鳴叫等級在管五、管六、管七與特五(圖 3a)。

貢德氏赤蛙網格涵蓋率為 20% (圖 2b)，

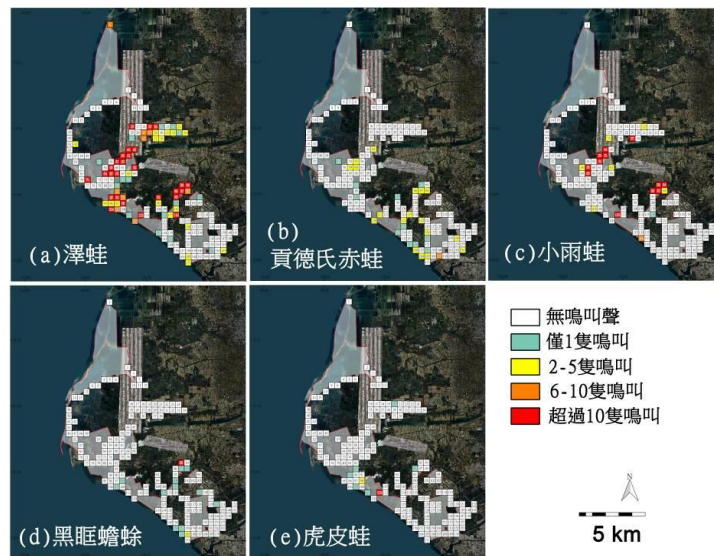


圖 3. 台江國家公園及其周緣地區兩棲類鳴叫等級分布狀況

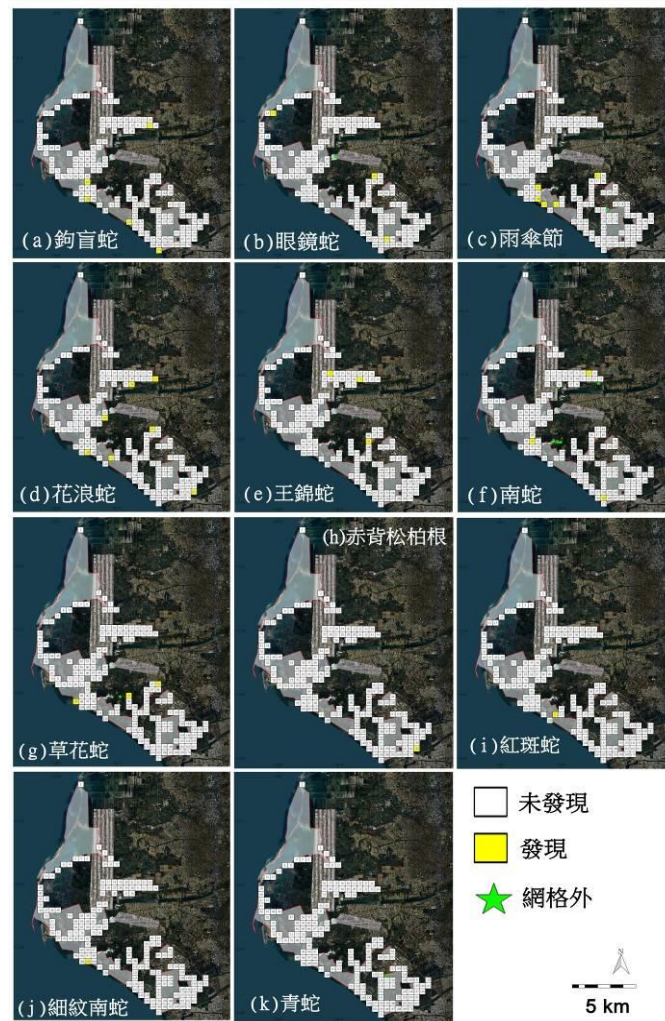


圖 4. 台江國家公園及其周緣地區蛇類空間分布狀況

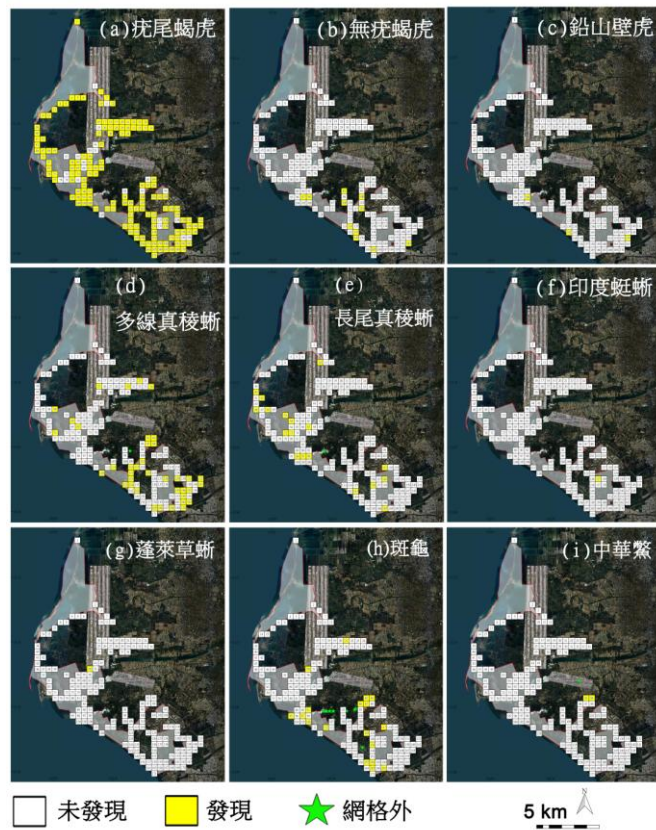


圖 5. 台江國家公園及其周緣地區壁虎、石龍子、草蜥與龜鱉類空間分布狀況

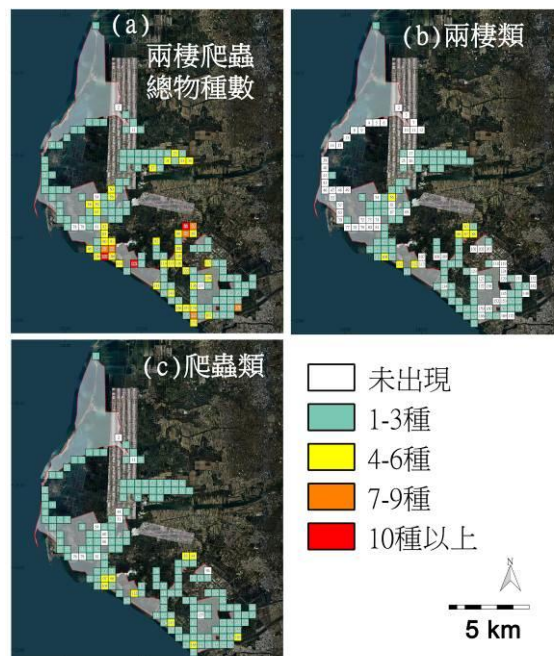


圖 6. 台江國家公園及其周緣地區(a)兩棲類與爬蟲類總豐富度；(b)兩棲類豐富度；(c)爬蟲類豐富度

主要分布在管一、管二、管五、特一、特三、特四、管六、管七、特五與特六。大部分的分佈記錄是以鳴叫計數法記錄到(表 2, 圖 3b)。

小雨蛙網格涵蓋率為 14% (圖 2c)，主要分布在管一、管二、管六、管五、管七、特五及特三。記錄到的鳴叫最大等級發生在管五、管七、特三與特六(圖 3c)。

黑眶蟾蜍網格涵蓋率為 14% (圖 2d)，主要分布在管一、管二、管五與管六。最大鳴叫等級發生在管五的網格 83 號(圖 3d)。

虎皮蛙網格涵蓋率 8.8% (圖 2e)，主要分布在管六及特三。多數是以鳴叫計數法發現，其中在特三內的網格 112 號記錄到最大鳴叫等級(圖 3e)。

亞洲錦蛙只分布在管六及特三，網格涵蓋率 3.5% (圖 2f)。調查到的 24 隻個體中，23 隻是以目視調查法調查到，1 隻個體是掉落式陷阱捕捉到(表 2)。調查期間未聽到雄蛙求偶鳴叫聲。

中國樹蟾在北榭榔(非網格內)，以鳴叫計數法發現(圖 2g)。

2. 爬蟲類

蛇類調查到的數目不多(表 2)，且約一半的個體是以路殺調查的方式發現。鈎盲蛇在管二、管六與特五有調查到；另外，在三股也有(圖 4a)。眼鏡蛇在遊一、管五與管一有發現(圖 4b)。雨傘節比較集中在特四、特三、管四與管六(圖 4c)。花浪蛇在管一、管五、特三與管六有發現；另外，在三股也有(圖 4d)。王錦蛇在管五發現；另外，在三股也有(圖 4e)。南蛇出現在管六與管二，不過反而在國家公園範圍外的周緣地區調查到較多的資料(圖 4f)。草花蛇出現在管五、史三與管六(圖 4g)。赤背松柏根僅在管一發現(圖 4h)。紅斑蛇與細紋南蛇分別在特三(圖 4i)與管六(圖 4j)發現。調查到的青蛇為路殺個體，發現地點在生一(圖 4k)。

壁虎科方面，疣尾蝎虎分布廣，而且是所有的兩棲爬蟲類中分布最廣的物種，網格涵蓋率達 86% (圖 5a)；另外，也是所有的兩棲爬蟲類中調查到數量最多的類群(共記錄 922 隻

次，鳴叫計數法共 132 筆資料數) (表 2)。無疣蝎虎零星分布，出現在管一、管二、管五與管六，網格涵蓋率為 6.4% (圖 5b)。鉛山壁虎僅在管二、管六與管一各 1 筆紀錄(圖 5c)。

石龍子科方面，外來入侵種的多線真稜蜥分布最廣，網格涵蓋率為 22% (圖 5d)，分佈區域包括管一、管二、管四、管五、管六、特五、特六、史二等。長尾真稜蜥，網格涵蓋率為 10.5% (圖 5e)，分佈區域包括管一、管二，史一、史二、管六、管七、特五特六、特七與生四。印度蜓蜥調查到的資料最少，僅在管三有一筆紀錄(圖 5f)。

正蜥科的蓬萊草蜥僅在管七以掉落式陷阱方式發現(圖 5g)。

龜鱉類的斑龜大多數個體都在管五及安清路與安義路交界處發現(圖 5h)。此外，也出現在管一、管二、管三、管四、管六與管七。中華鱉出現在安清路一段的 83 與 84 號網格，為路殺資料(圖 5i)。

3. 豐富度 (richness) 資訊

將兩棲與爬蟲的資料合在一起，發現物種豐富度較高的區塊位於管一與管二的網格網格 163 與 165 號 (8 個物種)、網格 167 與 171 號 (5 個物種)、管五的網格 83 (10 個物種)與網格 84 號、86、87、88 (6-7 個物種、管四與管六的網格 112、105 號 (10 個物種)與網格 97、98 號 (7 個物種) (圖 6a)。兩棲類物種豐富度較高區域為管五網格 83、86、87、88 (4 個物種)；管六的網格 105 (6 個物種)、網格 112 (5 個物種)、網格 111 (4 個物種)；管七的網格 56 (4 個物種) (圖 6b)。爬蟲類物種豐富度較高的區域為管一的網格 163、165 (5 個物種)、管四的網格 143 (4 個物種)、管五的網格 84 (5 個物種)與網格 83 (6 個物種)、管六的網格 112 號 (5 個物種)、網格 97、98、105 (4 個物種) (圖 6c)。

四、掉落式陷阱與龜鱉目魚籠陷阱

1. 掉落式陷阱

掉落式陷阱調查捕捉到 2 科 2 種兩棲類及

3 科 3 種爬蟲類，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(表 3)。鹽田文化村的陷阱捕獲最多個體，捕捉到多線真稜蜥、長尾真稜蜥及澤蛙。四草防風林捕捉到多線真稜蜥，鉤盲蛇及澤蛙；城西防風林樣區捕捉到多線真稜蜥、亞洲錦蛙；七股校區樣點捕捉到蓬萊草蜥；七股野鳥棲地捕捉到多線真稜蜥。

2. 龜鱉目魚籠陷阱

魚籠陷阱共捕捉斑龜 58 隻次，其中公斑龜 31 隻次，母斑龜 27 隻次。設置在台江國家公園管理處附近魚塢的陷阱捕捉到的數量最多，其次為焚化廠樣區。捕捉到斑龜的水域大部分是在鹽度大於 0.5 ppt 的半淡鹹水，鹽度介在 0.1 - 9 ppt 之間(表 4)。

有關斑龜的形值，公斑龜平均體重為 387.4 ± 31.7 g (120-1000g; n = 31 隻次)。平均背甲長為 142.8 ± 4.2 mm (98.8-200 mm; n = 31)。平均背甲寬為 95.3 ± 2.8 mm (64.3-136.4; mm n = 31)。母斑龜平均體重為 697.8 ± 91.8 g (20-1800 g; n = 27)。平均背甲長 165.4 ± 8.3 mm (61.2-260.6 mm; n = 27)。平均背甲寬 112.7 ± 5.1 mm (49.9-163.1 mm; n = 27)。

五、棲地類型與兩棲爬蟲分布關係

網格範圍內的 7 種土地利用類型，以魚塢面積最大，占地約 21.9 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、以及草地(表 1)。對應分析結果發現(圖 7)，隨森林面積越大，虎皮蛙以及亞洲錦蛙出現機率越高。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。其他在台江分布較廣物種，包括疣尾蝮虎以及多線真稜蜥則比較看不出來偏好哪種地景。

討論

本研究共調查到 4 科 6 種(台江國家公園範圍內)兩棲類，但過去文獻紀錄過的金線

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。台江國家公園的兩棲類以臺灣低地平原常見種類為主。分布以澤蛙的網格涵蓋率最高，其次為貢德氏赤蛙，而黑眶蟾蜍與小雨蛙次之，虎皮蛙的網格涵蓋率最低。黑眶蟾蜍、小雨蛙與澤蛙常生活在有人為干擾的區域，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)，先前在台江國家公園的研究發現這 3 種蛙類棲息於半淡鹹水環境，甚至會利用含有鹽分的水體繁殖 (1.05-7.25 ppt) (Chang *et al.* 2016)，顯示這些蛙類對於半淡鹹水環境已具某種程度的適應。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與管四，屬於木麻黃林的棲地且含有鹽分 (Chang *et al.* 2016)。為何台江國家公園的虎皮蛙主要分布在接近海邊不遠的森林型棲地，可能原因有待進一步研究。值得注意的是本研究在台江國家公園調查到外來入侵種的亞洲錦蛙，雖然目前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)的城西防風林一帶，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。過去的研究發現，亞洲錦蛙除了會利用農田、果園、水溝等淡水積水環境活動與繁殖外，也會棲息於海邊的草地 (Nidup *et al.* 2013) 或紅樹林灌叢 (Chan and Goh 2010)，包括成蛙及蝌蚪都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(侯平君等 2011)，因此有機會在台江擴大入侵範圍。

爬蟲類共調查到 8 科 20 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。在過去文獻中有記錄但在本研究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。其中較特別的是青蛇的紀錄，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

表 3. 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
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		
鉤盲蛇		1			
捕獲數量(隻)	10	5	2	1	4
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
捕獲效率(隻/努力量)	0.16	0.08	0.03	0.02	0.08

表 4. 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	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	林澤	漁塭	漁塭	漁塭	漁塭	漁塭
水體鹽度(ppt)	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	7 (5-11 月)	7 (5-11 月)	8	8	8	8	3 (8-10 月)
每次放網數(net)	4	4	4	4	4	4	3
總 捕 捉 天 數 (days)	28	28	32	32	32	32	9
努力量 (net × days)	112	112	128	128	128	128	27
捕獲數量(隻次)	1	18	20	3	4	8	4
捕獲效率 (隻次/努力量)	0.001	0.16	0.16	0.02	0.03	0.06	0.15

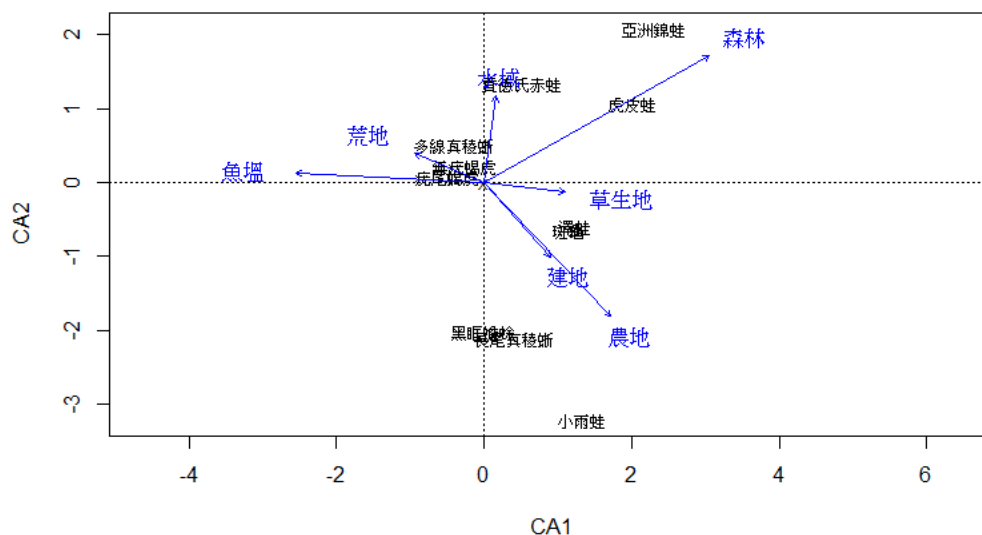


圖 7. 物種群聚資料與土地利用資料對應分析結果

西部地區青蛇離海邊最近的 1 筆記錄。本研究針對斑龜進行陷阱捕捉，發現有個體分布的水體都屬於半淡鹹水環境，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，有關斑龜的鹽度適應以及相關影響有待後續研究。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棲地類型。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。多線真稜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>)。因此本研究認為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。

兩棲爬蟲在生態系統中扮演重要的生態系統服務功能。其豐富而多樣的生物特性佔據著不同的生態棲位 (Vitt and Caldwell 2014)。在食物網結構與營養階層上與其他生物藉著吃與被吃的過程，影響物質循環與能量流動，進而影響生態系的穩定性 (Whiles *et al.* 2006)。另外，兩棲爬蟲也可藉由捕食過程影響其他動物的族群數量，如各種昆蟲及非昆蟲無脊椎動物，對於生物多樣性及族群量均有相當程度的影響 (Burton and Likens 1975)。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。此外，本研究首次發現外來入侵種亞洲錦蛙出現在國家公園範圍內，日後應持續監測與評估其族群是否擴張，及是否對當地的生態系統產生影響。

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。

引用文獻

- 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。內政部營建署城鄉發展分署。
- 臺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。臺灣世曦工程顧問股份有限公司。
- 臺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。臺灣世曦工程顧問股份有限公司。
- 宋紹民。2018。鹽度對不同族群澤蛙蝌蚪存活、生長發育與變態特徵的影響。國立臺南大學環境生態碩士班碩士論文。
- 許獻平。2010。七股鄉志。臺南縣七股鄉。
- 林朝成、鄭水萍、鍾廣吉。1998。安平區志。臺南市安平區公所。
- 侯平君、陳清旗、陳麗文。2011。外來入侵種族群控制與監測計畫-亞洲錦蛙(三)。行政院農委會林務局。
- 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。內政部營建署。
- 莊孟憲。2005。四草蛙類簡介。臺灣濕地 58:40-43。
- 楊懿如、向高世、李鵬翔、李承恩。2008。臺灣兩棲動物野外調查手冊。行政院農委會林務局。

- 鄭郁潔。2017。鹽度對生活在半淡鹹水蝌蚪高溫耐受度的影響。東海大學生命科學系碩士論文。
- 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。整合性生物資源調查人力培訓研習會。中華植物保護學會。中興大學。台中。
- Agha M, JR Ennen, DS Bower, AJ Nowakowski, SC Sweat and BD Todd. 2018. Salinity tolerances and use of saline environments by freshwater turtles: implications of sea level rise. *Biological Reviews* 93:1634-1648.
- Balinsky JB. 1981. Adaptation of nitrogen metabolism to hyperosmotic environment in amphibia. *Journal of Experimental Zoology* 215:335-350.
- Boutilier RG, PH Donohoe, GJ Tattersall and TG West. 1997. Hypometabolic homeostasis in overwintering aquatic amphibians. *Journal of Experimental Biology* 200:387-400.
- Burton TM and GE Likens. 1975. Energy flow and nutrient cycling in salamander populations in the Hubbard Brook Experimental Forest, New Hampshire. *Ecology* 56:1068-1080.
- Cagle FR. 1939. A system of marking turtles for future identification. *Copeia* 1939:170-173.
- Chan, SH and C Goh. 2010. Frogs of Sungei Buloh Wetland Reserve (Amphibia: Anura). *Nature in Singapore*. 3:103-116.
- Chang YM, CS Wu, YS Huang, SM Sung and WB Hwang. 2016. Occurrence and reproduction of anurans in brackish water in a coastal forest in Taiwan. *Herpetology Notes* 9:291-295.
- Chen TH and KY Lue. 2010. Population status and distribution of freshwater turtles in Taiwan. *Oryx* 44:261-266.
- Hopkins GR and ED Brodie Jr. 2015. Occurrence of amphibians in saline habitats: a review and evolutionary perspective. *Herpetological Monographs* 29:1-27.
- Karraker NE. 2007. Are embryonic and larval green frogs (*Rana clamitans*) insensitive to road deicing salt? *Herpetological Conservation and Biology* 2:35-41.
- Karraker NE, J Arrigoni and D Dudgeon. 2010. Effects of increased salinity and an introduced predator on lowland amphibians in Southern China: Species identity matters. *Biological Conservation* 143:1079-1086.
- Kearney BD, PG Byrne and RD Reina. 2012. Larval tolerance to salinity in three species of Australian anuran: an indication of saline specialisation in *Litoria aurea*. *PloS One* 7:e43427.
- Lee SML, WP Wong, KC Hiong, A Loong, SF Chew and YK Ip. 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* 305:995-1009.
- Lips KR. 2001. Amphibian monitoring in Latin America: a protocol manual. SSAR, *Herpetological Circular* 30.
- Nidup T, S Wangkulangku, C Satasook, PJJ Bates and W Juthong. 2013. Diversity of frog (Amphibia: Anura) and the correlation of habitat heterogeneity in Tarutao Island, Thailand. *Proceeding of World Biodiversity Congress*. 2013
- Vitt LJ and JP Caldwell. 2014. Herpetology: an introductory biology of amphibians and reptiles. London, UK: Academic Press.
- Whiles MR, KR Lips, CM Pringle, SS Kilham, RJ Bixby, R Brenes, S Connelly, JC Colon-Gaud, M Hunte-Brown and AD Huryn. 2006. The effects of amphibian population declines on the structure and function of Neotropical stream ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment* 4:27-34.
- Yang YR. 1998. A field guide to the frogs and toads of Taiwan. Taipei: Chinese Photography Association.