

外來種斑腿樹蛙族群監測計畫  
Monitoring the populations of Alien Tree Frog –  
*Polypedates megacephalus*

計畫編號：108 林發-08.1-保-21

執行單位：東華大學自然資源與環境學系

研究主持人：楊懿如

協同主持人：陳怡惠

研究人員：方昫瑾、龔峰榆、龔文斌

中華民國 109 年 1 月 20 日



## 中文摘要

本次研究於 2019 年運用兩棲類保育志工在全臺灣進行監測調查，以了解臺灣地區斑腿樹蛙分布狀況。59 個志工團隊參與監測調查，2019 年普查顯示斑腿樹蛙野外族群分布於基隆市、台北市、新北市、桃園市、新竹市、新竹縣、苗栗縣、台中市、南投縣、彰化縣、雲林縣、嘉義縣、嘉義市、高雄市、屏東縣、宜蘭縣以及外島的連江縣與金門縣，共計 1,572 個分布地點。分布點最多的為新北市(428 個)，其次為桃園市(247 個)與台中市(225 個)。在完成調查的 51 個監測樣點中，共紀錄 5683 筆、29 種蛙類、5685 隻次，其中最多隻次的物種為斑腿樹蛙(1517)、黑眶蟾蜍(991)與澤蛙(500)。今年在八里挖仔尾、鶯歌碧龍宮、臺中都會公園與彰化田尾進行斑腿樹蛙控制移除，志工參與共 778 人次，共移除 789 隻斑腿樹蛙。19 個團隊自行移除 6167 隻斑腿樹蛙。本年度分析台灣、金馬地區、中國華南及東南亞族群之親緣關係，印證台灣之斑腿樹蛙族群為近期入侵，且發現其可能起源自三個不同之原產地。

關鍵詞：斑腿樹蛙、分布、控制、監測

## Abstract

In order to understand, control and monitor the distributions of *Polypedates megacephalus* in Taiwan, amphibian conservation volunteers were used in this study to carry out nationwide surveys in 2019. There were 59 volunteer teams involving in the monitoring surveys and found that *Polypedates megacephalus* was distributed in Taipei City, New Taipei City, Taoyuan City, Hsinchu City, Hsinchu County, Miaoli County, Taichung City, Nanto County, Zhanghua County, Yunlin County, Chiayi County, Chiayi City, Kaohsiung City, Pingtung County, Yilan County, as well as the nearby islands Lienchiang County and Kimmen County, with a total of 1572 distribution sites. New Taipei City has the most distribution sites (428), followed by Taoyuan City (247) and Taichung City (225). We conducted surveys with a grid system at 51 sites and got 5,683 observation records, containing 29 frogs species and 5685 individuals. The most abundant species found was *Polypedates megacephalus* (1517), followed by *Duttaphrynus melanostictus* (991) and *Fejervarya limnocharis* (500). *Polypedates megacephalus* was found in whole 41 sites. In 2019, there were 778 volunteers participating in removing *Polypedates megacephalus* at Waziwei of Bali, Bealong Temple of Yingge, Taichung Metropolitan Park, and Tianwei of Zhanghua, and a total of 789 *Polypedates megacephalus* were removed. In addition, 19 teams removed a total of 6167 individuals voluntarily at their survey sites. This year, we analyze the phylogeny of frog populations in Taiwan, Kinmen, Matsu, South China and Southeast Asia. We confirm that *Polypedates megacephalus* invaded Taiwan in recent years, and was derived from at least three different areas.

Keywords: *Polypedates megacephalus*, distribution, control, monitor

# 目錄

壹、 前言.....	1
貳、 文獻回顧.....	3
一.斑腿樹蛙生態資料	3
二.志工團隊自行斑腿樹蛙移除成效	8
三.分子技術與斑腿樹蛙族群遺傳的關係	8
四. 各種輔助移除外來種兩棲類動物之方法	10
參、 研究材料與方法 .....	13
一、 斑腿樹蛙分布現況調查	13
二、 分子技術與族群遺傳關係研究流程	15
三、 斑腿樹蛙族群數量控制	17
四、 建議控制方法測試	18
五、 辦理青蛙保育桌遊設計志工增能工作坊	18
肆. 結果與討論 .....	21
一.兩棲類保育志工團隊普查	21
二.一般民眾與蛙友通報分布	21
三.斑腿樹蛙在各縣市分布點	23
四.方格系統調查	25
五.共域蛙種組成比較	33
六.斑腿樹蛙的控制成效	36
七.志工團隊自行斑腿樹蛙移除成效	41
八.斑腿樹蛙族群遺傳	43
九. 建議方法測試結果	45
十. 保育桌遊工作坊辦理結果與討論	45
伍、 結論與建議 .....	48
陸、 參考文獻.....	51

## 附錄

附錄 一、2019 年斑腿樹蛙監測點 .....	56
附錄 二、「108 年度青蛙保育桌遊設計志工增能工作坊」問卷.....	62
附錄 三、2019 年斑腿樹蛙通報 .....	65
附錄 四、粒線體 DNA COI 基因利用最大似然法重建之斑腿樹蛙親緣關係樹 (BOOTSTRAP CONSENSUS TREE, 100,000 REPLICATES)，分支節點數字為 BOOTSTRAP 值(支持程度).....	73
附錄 五、相關報導 .....	74
附錄 六、研討會摘要 .....	78

## 表目錄

表 1、2019 年各移除地點負責團隊.....	17
表 2、2010-2019 斑腿樹蛙分布樣點數.....	23
表 3、2019 年度 112 個監測樣點歷年調查狀況(-為未調查、1 為有紀錄、1*為 20 公里通報、0 為為紀錄).....	27
表 4、2019 年新北市八里區挖仔尾地區斑腿樹蛙移除數量與參與人數.....	37
表 5、2019 年新北市鶯歌區碧龍宮斑腿樹蛙移除數量與參與人數.....	38
表 6、2019 年台中市西屯區臺中都會公園斑腿樹蛙移除數量與參與人數.....	39
表 7、2019 年彰化縣田尾鄉田尾國小及蕙洋園斑腿樹蛙移除數量與參與人數..	40
表 8、各團隊自行移除數量.....	42
表 9、斑腿樹蛙粒線體 DNA COI 基因遺傳距離分析表.....	43
表 10、課程滿意度調查結果.....	46

## 圖目錄

圖 1、2012-2018 年各年度斑腿樹蛙分布點.....	4
圖 2、2019 年各縣市兩棲類保育志工團隊分布圖.....	14
圖 3、2019 年斑腿樹蛙分布圖.....	22
圖 4、2010 年到 2019 年的斑腿樹蛙野外族群分布圖.....	24
圖 5、2019(A)、2018(B)年斑腿樹蛙監測樣點蛙種組成.....	33
圖 6、2011-2019 年八里挖仔尾地區與斑腿樹蛙共域蛙種比率圖.....	34
圖 7、2011-2019 年鶯歌碧龍宮與斑腿樹蛙共域之蛙種比率圖.....	35
圖 8、2012-2019 年台中都會公園與斑腿樹蛙共域之蛙種比率圖.....	37
圖 9、挖仔尾地區 2012-2019 年間斑腿樹蛙移除總數與參與人數.....	36
圖 10、碧龍宮 2012-2019 年間斑腿樹蛙移除總數與參與人數.....	38
圖 11、臺中都會公園 2012-2019 年間斑腿樹蛙移除總數與參與人數.....	39
圖 12、田尾鄉田尾國小及蕙洋園 2012-2019 年間斑腿樹蛙移除總數與參與人數.....	41
圖 13、利用 COI 序列重建 3 個泛樹蛙屬物種的親緣關係樹，分支節點數字為 BOOTSTRAP 值(支持程度).....	44
圖 14、斑腿樹蛙 COI 序列單倍基因型網狀分 析.....	44
圖 15、工作坊對了解環境教育之教學內涵之幫助情況.....	47
圖 16、工作坊對相關桌遊設計與未來可能的教學策略之幫助情況.....	47
圖 17、青蛙樂園 FROGHOME 桌遊.....	48
圖 18、台灣地區斑腿樹蛙入侵擴散曲線.....	49

# 壹、前言

外來入侵種是全球生物多樣性減少的原因之一。隨著貿易發達，外來種案例層出不窮，造成的危害也日益嚴重，如何管理、控制與監測外來入侵種已成為生物多樣性保育的重要課題。外來種造成的問題相當多，對生物多樣性最直接的影響就是與原生物種競爭、排擠或雜交。斑腿樹蛙(*Polypedates megacephalus*) 原產於華南、香港、海南島、印度、中南半島等地區。台灣本島於 2006 年在彰化田尾發現，可能跟隨水生植物等植栽引入台灣，但來源不明。2006 年後斑腿樹蛙由彰化田尾引入至台中梧棲，2010 年經由兩棲類保育志工回報及進一步的確認調查，發現斑腿樹蛙已於台中石岡一帶擴散，並在新北市八里區、鶯歌區等地也陸續確認其分布。由於斑腿樹蛙與台灣原生種布氏樹蛙(*Polypedates braueri*)不但親緣關係接近，偏好棲地類型也相同，一旦入侵可能對布氏樹蛙及其他本土蛙種產生競爭排擠，影響當地的生物多樣性，為此有必要進行控制與監測。從 2011 年開始，在林務局補助之下，東華大學兩棲類保育研究室持續運用兩棲類保育志工在全臺灣進行斑腿樹蛙野外族群監測。為監測其擴散範圍及對其他蛙類的影響，2018 年普查顯示斑腿樹蛙野外族群分布於基隆市、台北市、新北市、桃園市、新竹縣、苗栗縣、台中市、南投縣、彰化縣、雲林縣、嘉義縣、嘉義市、高雄市、屏東縣、宜蘭縣，以及外島的連江縣與金門縣，共計 1,572 個分布地點。分布點最多的為新北市(513 個)，其次為桃園市(271 個)與台中市(239 個)。在完成調查的 70 個長期監測樣點中，有 61 個樣點發現斑腿樹蛙，共紀錄 5598 筆、27 種蛙類、18,903 隻次，其中最多隻次的物種為斑腿樹蛙(6,931)、黑眶蟾蜍(2,649)與拉都希氏赤蛙(1,533)。結果顯示斑腿樹蛙族群持續擴散中，而且入侵後，很快就成為優勢種。

在斑腿樹蛙族群量較高的觀音山、台中及彰化地區進行網路分析 (Incorporating Network Analysis)，選擇 2010-2016 年位在研究範圍內的斑腿樹蛙出現資料，分析斑腿樹蛙利用棲地的空間分布，建立出以其重要棲地為節點的空間網路圖形，並估算節點間的連結度，以找出影響斑腿樹蛙擴散的關鍵地區。觀音山地區重要性較高的節點位在東北側(八里、五股)與南側的樹林、南龜山和鶯歌；台中地區重要性較高的

節點較集中在大甲溪沿岸兩側的沙連墩、土牛和東勢；彰化地區重要性較高的節點集中在田尾鄉公路花園附近。因此於 2018 年在八里挖仔尾、鶯歌碧龍宮、臺中都會公園與彰化田尾進行斑腿樹蛙控制移除，志工參與共 706 人次，共移除 740 隻斑腿樹蛙。19 個團隊自行移除雄蛙 5211 隻、雌蛙 997 隻、幼體 168 隻、無法辨認的成蛙 122 隻，共總計 6498 隻，以及卵塊 217 個。2018 年 9 月 6 日至 9 月 10 日邀請太田英利教授及戶田光彥博士兩位日本學者來台參加在台北林務局辦理的外來種斑腿樹蛙控制工作坊，並到台北關渡自然公園現勘斑腿樹蛙族群控制方式，對移除控制提出建議，建議的方式有待測試。

當少量外來種生物因人為因素入侵到新的地理區時，我們預期該新建立的小族群會因為瓶頸效應(bottleneck effect)，而造成族群遺傳多樣性下降的情形。該外來種若無多次入侵的情形發生，則在該外來的起始族群往外播遷的過程，理論上會隨著播遷距離增加而呈現遺傳多樣性逐步下降的情形。目前證據顯示斑腿樹蛙在台灣最早建立的族群是在彰化田尾一帶，之後再以自然或人為方式播遷到其他地區。因此，我們預期：斑腿樹蛙在不同族群間的遺傳結構不同，且以彰化為奠基族群，越往北部或南部播遷的族群其遺傳多樣性會越來越低。針對 2012-2016 年採集 8 個縣市共 545 隻斑腿樹蛙的 DNA 樣本進行 6 個微衛星基因座的 DNA 片段擴增實驗。在基因座多樣性比較中，新北市族群在各年度的分析中，對偶基因數、有效對偶基因數及特有基因數幾乎都是最高。分子變異分析結果顯示各年度族群間的遺傳分化程度( $F_{ST}$ )均是顯著，但樣點間的  $F_{ST}$  與地理距離間無顯著的相關性。新北市、桃園市、彰化縣以及雲林縣都曾出現過瓶頸效應。入侵路徑情景分析結果顯示，新北市族群在 8 個縣市族群中，是起始族群機率很高，和預期結果不同，若能和起源地的族群進行比對，有助釐清差異。2017 年至 2018 於中國雲南及廣西地區進行斑腿樹蛙的調查，採集 30 隻標本，已經完成 DNA 萃取工作，進行微衛星基因座擴增及粒線體 DNA cytochrome b 基因序列定序，初步分析台灣、雲南、廣西及越南族群的親緣關係，未來還需要更進一步分析。

研究目的

一. 進行台灣本島斑腿樹蛙分布現況監測。

- 二. 分析斑腿樹蛙對其他蛙類的影響。
- 三. 在八里挖仔尾、鶯歌碧龍宮、臺中都會公園及彰化田尾國小與蕙洋園，進行斑腿樹蛙族群移除及控制活動。
- 四. 鼓勵兩棲類保育志工團隊通報及自主移除斑腿樹蛙。
- 五. 辦理台灣蛙類保育桌遊工作坊，邀請志工協助開發和外來種入侵及棲地保育相關的桌遊，未來可用於推廣教育。
- 六. 與各志工團隊合作，測試各種移除方法。
- 七. 利用粒腺體DNA (mitochondrial DNA)中的基因序列及微衛星基因座擴增，鑑定入侵台灣的斑腿樹蛙之起源地，評估台灣各地斑腿樹蛙的起源。

## 貳、文獻回顧

斑腿樹蛙最早在2006年於彰化縣田尾發現，是臺灣本島最新記錄到的外來種蛙類。本計畫執行團隊自2011年始針對斑腿樹蛙進行生態研究，對於斑腿樹蛙的生態資訊已有瞭解。藉由統整斑腿樹蛙的分布、擴散、棲地利用、族群波動、和共域蛙類之關係、族群遺傳、控制成效等先前結果，以及移除方法的相關文獻，做為本年度研究的背景資料。

### 一、斑腿樹蛙生態資料

#### 1.分布：

斑腿樹蛙分布調查進行時間為2011-2018年，藉由本計畫執行團隊自行調查，搭配台灣兩棲類保育志工團隊普查與一般民眾通報，於台灣全島進行普查。2011年於新北市、桃園市、臺中市、彰化縣、雲林縣與馬祖等6個縣市發現，分布點共計有35個。2012年新增台北市與屏東縣，共計8縣市155個分布點。2013年新增苗栗縣，共計9縣市397個分布點。2014年新增南投縣，共計10縣市470個分布點。2015年新增新竹縣、嘉義縣，共計 858 個分布地點。2016年新增宜蘭縣，共計13縣市1057個分布點。2017年新增基隆市，共計14個縣市1085個分布點，分布點最多的為新北市(346個)，其次為桃園市(206個)與彰化縣(191個)。2018年共計17個縣市，共計1,572個分布地點，分布點最多的為新北市(513個)，其次為桃園市(271個)與台中市(239個)。圖1顯示2010-2018年各年度分布點，每年皆有新增樣點。

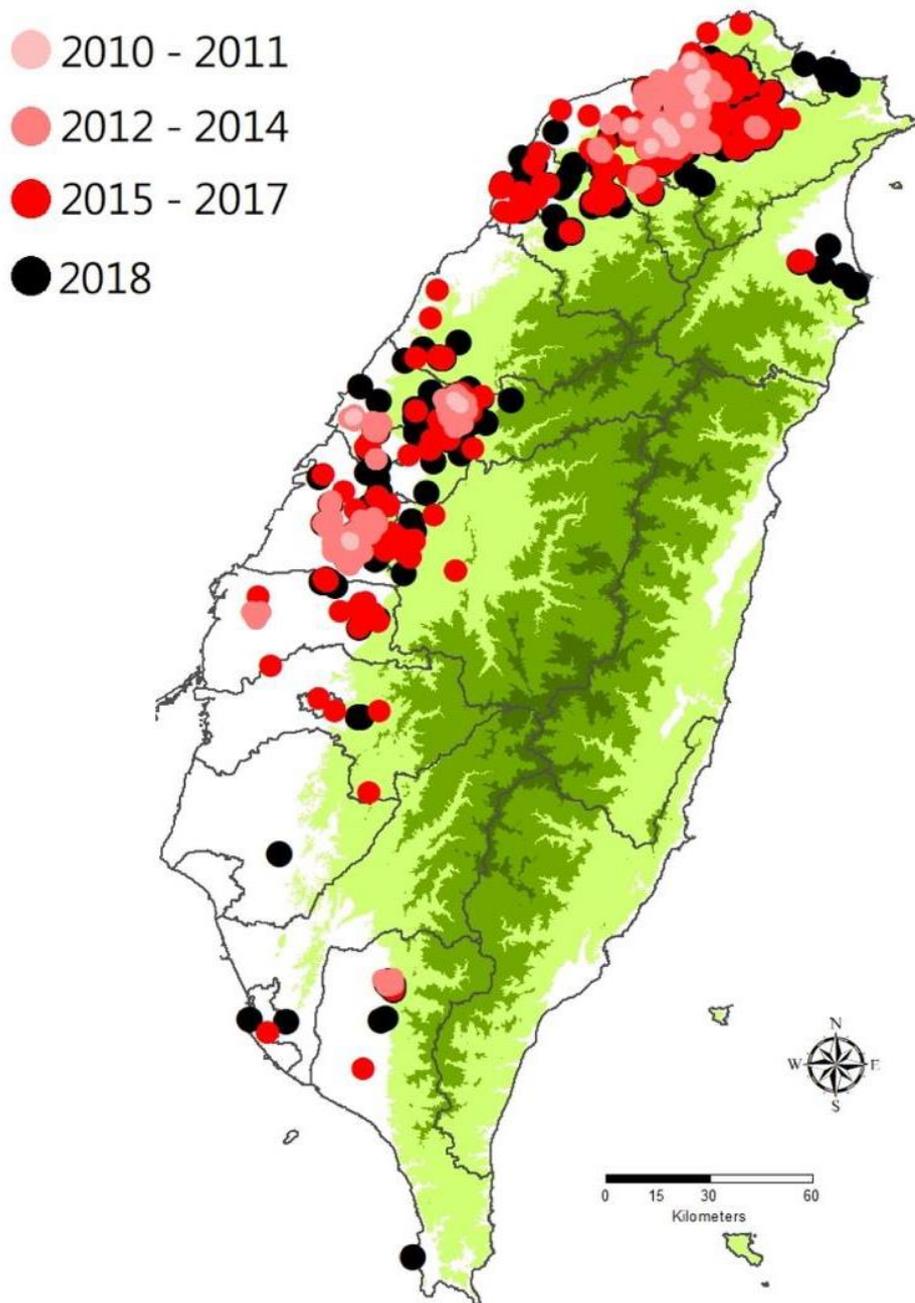


圖 1、2010-2018 年各年度斑腿樹蛙分布點。

由上述結果可知斑腿樹蛙在台灣分布廣泛，集中在新北市與彰化縣，必須關注與優先處理，以避免擴散。

## 2.擴散:

楊懿如等人(2014)在2011年斑腿樹蛙分布點周圍設置572個方格，於2012-2015年進行每年至少1次的調查，並計算每年斑腿樹蛙分布方格的比例，以評估擴散程度。斑腿樹蛙的方格分布比率從44.8%(2012年)增加至63.2%(2013年)、65.2%(2014年)，顯示斑腿樹蛙不但分布廣泛，也明顯持續擴散。

分布比率上升明顯的方格多位在新北市觀音山周遭。龜山地區斑腿樹蛙的分布比例從46.6%上升至73.3%，其餘地區例如三峽(75%-87.5%)、鶯歌(55%-88.9%)及觀音山(52%-68.8%)也都上升超過10%。觀音山周遭地區擴散明顯，必須掌握擴散路徑與方向，以盡早做出因應。

### 3. 族群波動：

斑腿樹蛙繁殖季開始與結束分別受到氣溫和雨量影響。當月均溫超過20°C時則繁殖季開始，此時也因梅雨季，雨量較多，並可持續至夏季。而當月累積雨量開始大幅下降時，可能由於造成斑腿樹蛙繁殖的水域減少，此時繁殖季也進入尾聲。不同地區的繁殖季長短有所差異，北部斑腿樹蛙族群繁殖期約從3月開始可持續至10月，中部地區族群繁殖期稍短，約從3月至9月。

斑腿樹蛙的全年活動也同樣受到氣溫和雨量的影響。春夏季的高溫穩定，出現數量與氣溫無關，但在秋冬季(10-3月)時呈現顯著正相關，推測原因為秋冬季氣溫變化大，溫度較高時斑腿樹蛙便會活動。出現數量也跟雨量有顯著正相關，雨量越高出現數量越多。

### 4. 移動

自2006年發現斑腿樹蛙入侵台灣以後，已經在多個縣市建立起穩定的族群。斑腿樹蛙能夠在短時間內廣泛的分布，除了頻繁的人為夾帶外，其本身的擴散能力可能也是原因之一，因此有必要探討斑腿樹蛙的移動距離，做為後續建立擴散模式的參考。

根據張(2015)的研究顯示，2013年4月到2014年9月共18個月在台中都會公園固定樣區進行斑腿樹蛙移動距離調查，結果顯示斑腿樹蛙平均一日移動距離為 $85.9 \pm 171.9$ 公尺，最長一日移動距離為744公尺，最短為0公尺；公蛙平均為 $85.3 \pm 164.7$ 公尺，母蛙平均為 $87 \pm 188.9$ 公尺。斑腿樹蛙在不同季節之間的移動距離沒有顯著差異，在非繁殖季時平均一日移動距離為73.8(0-744.3)m，過渡期為132.8(4.5-405.6)m，非繁殖期則為78.1(1-740.6)m。

### 5. 棲地利用：

斑腿樹蛙偏好的巨棲環境開墾地，次生林或原始林環境則很少發現。斑腿樹蛙

對於人為活動頻繁的環境適應良好，大部份的記錄都出現在都市或郊區內的綠地(公園、校園)、農牧用地(竹林、菜園、果園)、水體(人工濕地、溝渠、水池)等。另外在火車站、大賣場等也有數筆記錄，顯示斑腿樹蛙能夠利用的環境類型相當廣泛，這可能也是斑腿樹蛙能夠在西部平原快速擴張的原因之一。進一步在八里挖仔尾、鶯歌碧龍宮與台中都會公園進行微棲地利用分析，結果顯示斑腿樹蛙在繁殖季時以永久性靜止水域為主，非繁殖季前後多利用水域周圍的樹木環境中的灌叢或底層，非繁殖季中期則會找樹洞或人造區域如中空欄杆的環境做躲藏。

## 6. 斑腿樹蛙網路分析

在斑腿樹蛙族群量較高的觀音山、台中及彰化地區進行網路分析(Incorporating Network Analysis)，選擇2010-2016年位在研究範圍內的斑腿樹蛙出現資料，分析斑腿樹蛙利用棲地的空間分布，建立出以其重要棲地為節點的空間網路圖形，並估算節點間的連結度，以找出影響斑腿樹蛙擴散的關鍵地區。

觀音山地區重要性較高的節點位在東北側(八里、五股)與南側的樹林、南龜山和鶯歌；台中地區重要性較高的節點較集中在大甲溪沿岸兩側的沙連墩、土牛和東勢；彰化地區重要性較高的節點集中在田尾鄉公路花園附近。建議可針對以上的影響斑腿樹蛙擴散的重要棲地，加強監控以破壞這些棲地的連結度。

## 7. 與布氏樹蛙的比較

台灣原生種布氏樹蛙(*Polypedates braueri*)與斑腿樹蛙同為泛樹蛙屬(*Polypedates*)，不但親緣關係接近，外型和習性也很相似。若斑腿樹蛙成功入侵布氏樹蛙棲地，可能會與其競爭排擠，影響布氏樹蛙族群。

布氏樹蛙和斑腿樹蛙的體型大小、身體顏色或花紋都很相似，不易區分。一般而言布氏樹蛙大腿內側花紋是細網紋，斑腿樹蛙的大腿內側花紋網紋很粗像黑底白點。布氏樹蛙背部通常有4條縱紋或細點，斑腿樹蛙有縱紋、X或又字紋，但變化很大。布氏樹蛙吻較圓，身體較胖，斑腿樹蛙吻較尖，身體較修長。布氏樹蛙和斑腿樹蛙最大的差異在叫聲，布氏樹蛙的叫聲是連續響亮的「搭搭搭」，斑腿樹蛙是微弱的「嘎嘎嘎」，完全不同。布氏樹蛙和斑腿樹蛙的繁殖期都是春天及夏天，在靜水域繁殖，產黃色泡沫型卵塊，蝌蚪的吻端都有一個小白點，無法區分。布氏樹蛙一次

產約300-400粒卵，比斑腿樹蛙少很多。兩者在利用棲地的比較上，也呈現相同趨勢，主要以永久性靜止水域、樹木及人造區域環境為主，其次為樹木及暫時性靜止水域。

#### 8.斑腿樹蛙共域蛙種

比較2006-2018年布氏樹蛙與斑腿樹蛙的分布，結果顯示兩者的分布型態不同，布氏樹蛙分布在全臺灣平地到海拔1000公尺的山區，斑腿樹蛙則僅分布在西部的平地。目前兩者分布重疊(共域)的地點多在平地與山區邊緣，包含台北市文山、木柵，新北市土城、鶯歌，台中新社石岡、都會公園，以及彰化八卦山。這些地區須加強監測，以了解布氏樹蛙的族群消長。

在2012到2018年針對八里挖仔尾、鶯歌碧龍宮及台中都會公園三個樣區進行共域蛙種調查。結果顯示調查期間斑腿樹蛙在三個樣區皆為優勢種，尤其是八里挖仔尾與台中都會公園，每年斑腿樹蛙佔總隻次的比例皆超過50%。鶯歌碧龍宮的比例較低，介於15%-30%之間，但仍為優勢種。八里挖仔尾與台中都會公園蛙種組成單純，多為中國樹蟾、小雨蛙、貢德氏赤蛙、黑眶蟾蜍等平地蛙種；鶯歌碧龍宮因位於平地與山區交界，除了平地蛙種外尚有福建大頭蛙、臺北樹蛙等淺山區的物種。

斑腿樹蛙在三個樣區的比例每年有所不同。在八里挖仔尾，斑腿樹蛙的數量在2011年及2012年各約佔該區域數量總數的60%；2013年及2014年比率下降至約40%左右，而在2015年開始比率稍微上升並維持在54%，共域的貢德氏赤蛙、澤蛙與中國樹蟾在2013年開始比率逐年上升，然2018年時由於改為繁殖季時密集移除，斑腿樹蛙比例達到87%。在鶯歌碧龍宮，斑腿樹蛙僅有小幅減少，不過2018年時達到10.1%的歷年最低值，其餘原生蛙種的變化不大，呈現穩定狀態。在台中都會公園，2012年佔所有蛙類比率約75%，2013年則稍微降低至約50%，2014年又回升至約60%，2015與2016年的比率也維持在約60%，黑眶蟾蜍、貢德氏赤蛙所佔比率高低與斑腿樹蛙呈現相反趨勢，在2012及2014年比率較低，在2013年時稍高，貢德氏赤蛙所佔比率逐年略為增加，澤蛙在2015年無調查記錄到，但在2016年又出現紀錄。而2017年斑腿樹蛙比率高達65%，推測志工主要針對斑腿樹蛙進行調查與移除，進而忽略到原生蛙種

的紀錄，2018年時則因同時關注紀錄其他共域蛙種，因此斑腿樹蛙佔比又降低至53.3%。

在八里挖仔尾也觀察到斑腿樹蛙蝌蚪主動攻擊小雨蛙蝌蚪，說明兩者間確實有捕食的關係。從上述結果也顯示，三個樣區的斑腿樹蛙族群可能受到移除控制的影響有下降的趨勢，而原生種也相對逐漸上升。斑腿樹蛙與共域原生蛙類的關係後續值得進一步探究。

## 二、 志工團隊自行斑腿樹蛙移除成效

2016年度開始，兩棲類保育研究是透過向志工團隊的宣導，說明在蛙類調查的同時，若在樣區發現斑腿樹蛙的蹤跡，可以自行移除的方式來進行斑腿樹蛙的控制。2018年度自行移除的團隊共計19個，比前一年度多7個團隊協助移除。移除斑腿樹蛙的數量為雄蛙5211隻、雌蛙997隻、幼體168隻、無法辨認的成蛙112隻共總計6498隻斑腿樹蛙。跟2017年度7738隻相比，移除數量少了1000多隻，但仍然移除超過6000隻的斑腿樹蛙，而協助移除的團隊也有增加，表示在進行蛙調並進行同時外來種移除的團隊增加，對於斑腿樹蛙的控制是具有幫助的。

## 三、 分子技術與斑腿樹蛙族群遺傳的關係

外來種能對非原生地的生態環境條件有良好的適應能力(adaptive capacity)，是解釋外來種可以成功入侵至非原生地並拓殖新族群的因素(Sax et al. 2007)。外來種能快速地適應非原生地的環境，其中一個原因可能是非原生地的自然生態環境條件與外來種的原生地相似，因此對外來種來說，並無不適應的問題，所以其能在非原生地順利擴張族群(Escoriza & Boix 2014)。此外，良好的適應能力也可能來自外來物種在生活史中的各階段對環境中的各項生存條件有較寬廣的適應範圍，或者外來種有能力在短期內產生適應分歧(adaptive divergence)，使其轉換適應範圍並佔據不同的生態區位(niche shift) (Sax et al. 2007; Rödder & Lötters 2009; Callen & Miller 2015)。

在面臨新環境時，族群的遺傳多樣性為影響生物物種是否有潛力快速演化並適應環境的重要指標(Sakai et al. 2001)。過去針對外來種的遺傳多樣性研究顯示，進入

非原生地的外來種族群，可能因瓶頸效應使族群的遺傳多樣性明顯下降，失去快速演化適應的遺傳潛力，或因近親交配導致族群適存度(fitness)下降，導致該外來種無法在非原生地建立或擴張族群(Nieminen et al. 2001; Peacock et al. 2009)。但若外來種在非原生地有多次入侵事件，有不同族群遺傳組成混和，使非原生地的遺傳多樣性高，則該外來種則可能有高的演化潛力，能在短時間內產生適應分歧並拓殖(Kolbe et al. 2004; Kolbe et al. 2008)。然而，近年也有研究顯示，儘管外來種的族群多樣性很低，有些物種仍然能成功入侵非原生地並擴張族群(Tsutsui et al. 2000; Lindholm et al. 2005; Bai et al. 2012; Lobos et al. 2014)，這可能與特定的遺傳組成及該物種在原生地的生活史特性(如：高生殖力)及適應力表現有關(Usio et al. 2016)。

了解外來種能成功入侵非原生地是否有適應力及生態區位的轉換，評估影響外來種成功進駐非原生地的重要生態調節因子及生活史特性為何(Sakai et al. 2001; Rödder & Lötters 2009; Callen & Miller 2015)，是防治外來種的管理流程中一項非常重要的工作，同時也是入侵生物學中非常重要的生態及演化議題(Vellend et al. 2007; Rödder & Lötters 2009)。而要了解外來種在生態區位範圍是否有在短時間內產生適應分歧(adaptive divergence)的發生，以及其與遺傳多樣性的關係為何，都需要藉由比較入侵種在原生地和非原生地族群的生活史特性及生態區位才能得知(Sakai et al. 2001; Escoriza & Boix 2014; Escoriza et al. 2014)，因此，鑑定出外來種的起源地成為幫助防治外來種擴張的重要基本資訊。

斑腿樹蛙(*Polypedates megacephalus*)是近十年來出現在台灣西部及北部的外來種蛙類，分布於中國大陸的華南地區、香港、海南島，以及印度與中南半島等地區，屬於地理分布範圍相當廣泛的物種(Kuraishi et al. 2011)。地理分布範圍廣泛暗示斑腿樹蛙可能可以適應相當寬的生態區位，加上過去的研究結果顯示斑腿樹蛙對於台灣被入侵地點的蛙類群聚結構有造成影響，尤其對布氏樹蛙的族群可能有排擠效應。因此，了解在台灣的斑腿樹蛙之原生起源地，有助於未來在生態或遺傳演化層面去探討斑腿樹蛙成功進駐台灣的原因，並制訂合宜的防治策略。

歷史紀錄闕如或資料不完善會使外來種的起源地無法被確認，但是親緣地理及族群遺傳的分析不會受限於歷史紀錄，只要有該物種自然地理分布中不同族群的組

織樣本，應就能鑑定出外來種起源地(Ficetola et al. 2008; Kuraishi et al. 2009)。我們以粒線體DNA (mitochondrial DNA)的COI基因序列為檢驗外來種起源地的分子遺傳標誌，因為泛樹蛙屬(Polydactylus)的分類及親緣地理研究中目前以COI序列最為廣泛使用。因此，本計畫利用COI序列進行親緣地理分析，評估入侵台灣的斑腿樹蛙之起源地，及台灣各地的斑腿樹蛙是否皆為同一起源。

#### 四、 各種輔助移除外來種兩棲類動物之方法

##### 1.化學物質法-以美屬夏威夷控制多明尼加樹蛙為例

多明尼加樹蛙(*Eleutherodactylus coqui*)原生於南美洲波多黎各，已知約於1980年代末期透過樹苗貿易被引入夏威夷群島(Kraus et al., 1999)。其鳴叫聲可高達80至90分貝，造成數百萬美元財產損失(Kraus & Campbell, 2002)。加上其食量極大，估計每晚在一公頃內可吃掉114,000隻無脊椎動物(Stewart & Woolbright, 1996)，並改變原先的物種間交互作用，使植物新葉生產力提升80%及枯落物分解速率提升20%(Beard et al. 2003)。為減緩多明尼加樹蛙造成之經濟及生態衝擊，美屬夏威夷政府及學術單位正著手試驗有效之控制方法，包括棲地改造、噴灑化學物質、徒手捕捉等(Beachy et al., 2011)，其中噴灑化學物質之種類及優缺點簡述如下：

###### (1) 16%檸檬酸液(citric acid)

優點：經過田野與實驗室試驗，對樹蛙之成體與卵泡效果均顯著，且對非目標物種傷害低(Pitt and Sin 2004, a & b)。Radford認為其為「風險最小化」之手段，且不受美國聯邦政府農藥管制相關法案(FIFRA)規範(Radford, 2007)。

缺點：造成植物毒害(phytotoxic)，且成本相對較高(1.00美金/加侖)。目前正透過改變成份比例與添加天然殺蟲劑等方式提升成效並降低對植物的傷害。(Scott Williamson, DLNR, 私人通訊)

###### (2) 3%石灰水(hydrated lime)

優點：3%石灰水在田野與實驗室試驗中對兩棲類有顯著毒性，且對非目標之節肢動物傷害低(Pitt and Doratt, 2005)。事實上6%效果更佳，然受限於聯邦法案而無法於田野使用。價格相對便宜(0.06美金/加侖)而取得容易，適合大面積施放(Radford,

2007)

缺點：施放後表面會殘留白色粉末，且具有腐蝕性，相較於檸檬酸液，對皮膚的傷害更大。(Radford, 2007)

(3) 2%咖啡因溶液(caffeine solution)：

優點：為有效的兩棲類毒劑，且對非目標物種傷害低。(Campbell 2001, a & b; Pitt and Sin, 2004a)

缺點：非美國聯邦政府合法登記之兩棲類毒劑，且對人體的潛在影響尚未明瞭。(Radford, 2007)

以16%檸檬酸液為例，Beard and Pitt 建議間隔兩週噴灑一次，並且同一地點至少噴灑三次以達到徹底根除的成效(Beard and Pitt ,2005)。Beachy等人則嘗試於每個繁殖季(即五至九月)噴灑二到三次，應用方式分為範圍浸濕法(area drench spray)與熱點噴射法(hot spot spray)。

(1)範圍浸濕法

使用配備自動噴管的大型水箱，工作人員需妥善控制噴射角度及流量，以確保溶液能確實穿透樹冠層。Beachy等人採用白天執行，具有可工作時間較長、可施作面積較大並降低對居民的干擾等優點，然日間為多明尼加樹蛙非活動時段，常躲藏於枯葉層中，因此需要施以更大量的溶液以確保浸透所有藏匿處。(Beachy et al., 2011)

(2)熱點噴射法

應於範圍浸濕法間隔至少兩週後執行，主要直接針對鳴叫的雄性個體實施掃蕩行動，適用於不宜使用範圍浸濕法的私人土地上。熱點噴射法於樹蛙活動的夜間施行，工作人員選定樹蛙密度較高的熱點(通常小於5x5公尺)，使用配備手動噴管的背負式小型水箱或配備自動噴管的大型水箱，針對鳴叫個體所在高度至地面的全部範圍實施噴射浸濕。對於受鳴聲吸引而接近的母蛙及區域內的幼蛙亦可達到控制成效。(Beachy et al., 2011)

## 2. 聲音陷阱控制法-以澳洲控制海蟾蜍為例

澳洲的海蟾蜍於1935年時引進澳洲目的為害蟲的控制(Estoup et al. 2004)，但由於強大的適應力與繁殖力導致數量不斷增加，已經嚴重影響到澳洲的生態環境。而利用陷阱為增加捕捉海蟾蜍的效率的方法之一，利用海蟾蜍會被蛙鳴所吸引的特性來建立陷阱，但不同性別的海蟾蜍所偏好的音頻不一樣，如雄性會被吸引的音量為40分貝和60分貝，而雌性則偏好40分貝的蛙鳴(Lin Schwarzkopf,2006)，另外雄蛙比較會被集體鳴叫的聲音吸引而雌蛙則是會被音頻較低的鳴叫聲吸引(Haramura,2017)；在進行誘捕時會將音響放置在鐵籠上，並且鐵籠會有三個開口讓海蟾蜍進入，根據過去的研究顯示，有音響放置的陷阱箱效率會比沒有音響的陷阱箱高。(Lin Schwarzkopf, 2006)

## 參、 研究材料與方法

### 一、 斑腿樹蛙分布現況調查

為了解斑腿樹蛙在臺灣實際分布現況與擴散情形，分布現況調查分為1.兩棲類保育志工團隊普查；2.一般民眾通報；3.方格系統分布調查。以下分別描述。

#### 1. 兩棲類保育志工團隊普查

兩棲類保育志工團隊(圖2)由具有獨立調查與蛙種辨識的能力的隊員組成。志工調查方式為普查，調查頻度為一季一次，於1月、4月、7月、10月進行。樣區的地點為志工自行選定，志工在到達樣區調查時，會先目視劃設一條約500m的穿越線，並於穿越線中心記錄一個單位為WGS84經緯度的座標，此座標即為樣區的固定座標，之後再到同樣區調查時皆沿用這個座標，不需重覆標定。調查方式使用目視遇測法(visual encounter method. VEM)與穿越帶鳴叫計數法(audio strip transects. AST)(呂光洋等1996)互相搭配記錄蛙種、數量以及停棲位置於規格化的表格中。志工團隊完成調查後會將資料上傳至兩棲類資源調查資訊網，並由兩棲保育研究室成員每個月進行審核，若發現有志工回報新的斑腿樹蛙族群記錄，則立刻聯繫該志工團隊，並由兩棲類保育研究室成員進一步調查確認。

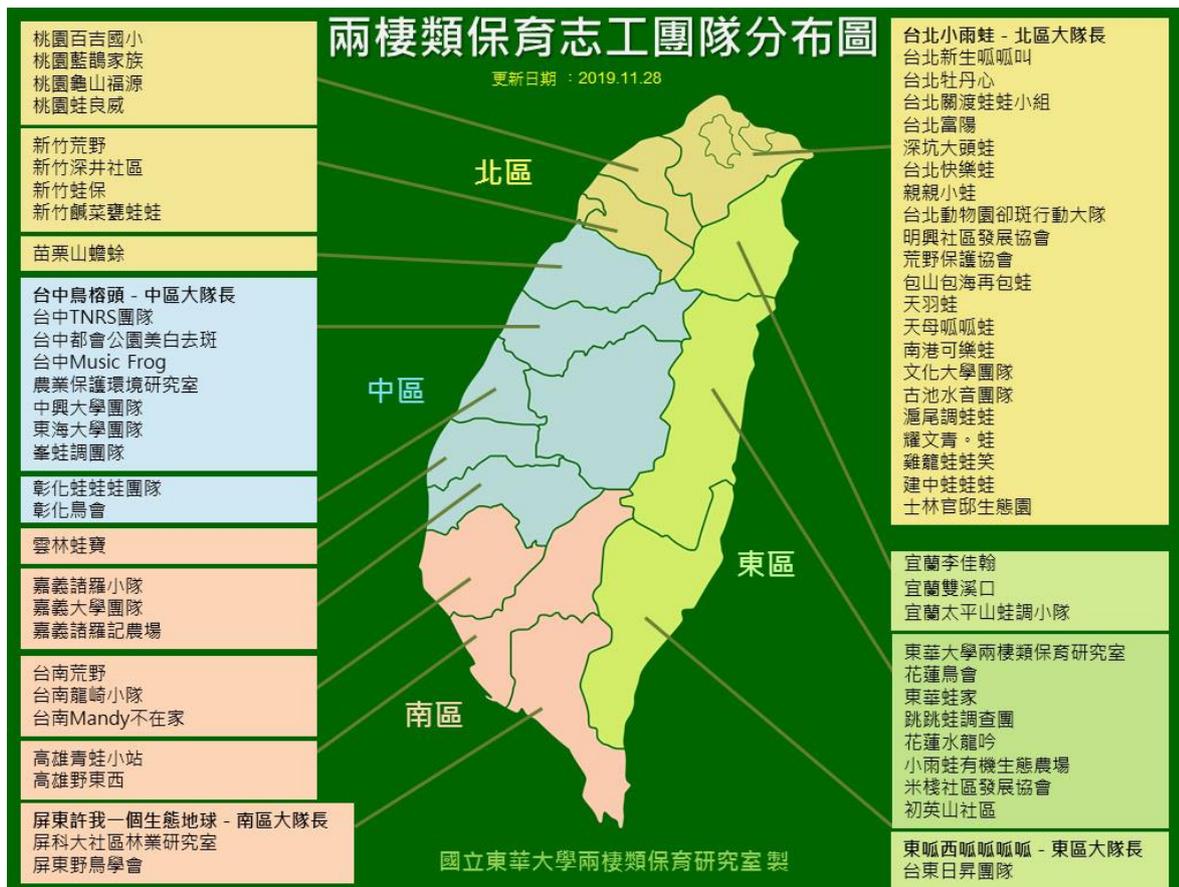


圖 2、2019 年各縣市兩棲類保育志工團隊分布圖

## 2. 一般民眾與蛙友通報確認分布

一般民眾若發現外來種兩棲類，有以下途徑可以通報：(1)先在臺灣兩棲類保育網 (<http://www.froghome.org/>) 加入會員後，於保育網通報系統回報地點、蛙種、蛙種、聲音。(2)直接寫信至東華大學兩棲類保育研究室信箱 ([froghome@mail.ndhu.edu.tw](mailto:froghome@mail.ndhu.edu.tw))。(3)透過臉書社團”台灣兩棲類保育志工”以及”外來種斑腿樹蛙監測社團”中發布文章與圖片來通知社團內志工與東華大學兩棲類保育研究室 (<https://www.facebook.com/groups/froghome/>與<https://www.facebook.com/groups/427984074049846/>)。(4)透過私人通訊 (以口頭告知或打電話)的方式通報給東華大學兩棲類保育研究室。(5) iNaturalist網站、APP中，搜尋專案”台灣外來種斑腿樹蛙監測”，加入後上傳照片、時間及地點，即完成通報 ([https://www.inaturalist.org/observations?project\\_id=23513](https://www.inaturalist.org/observations?project_id=23513))。這5種途徑的回報資料由東華大學兩棲類保育研究室篩選審核，當有新的斑腿樹蛙回報資料，即與通報人員聯

絡確認。

臺灣兩棲保育志工團隊的臉書社團於2010年成立，社團成員除了兩棲保育志工團隊外，還包含蛙友及一般民眾，截至2019/12/15，共計有6256位社團成員。平時成員可在平臺上分享賞蛙心情、問題發問、發布賞蛙活動邀約及通報物種出現。在此社團中有許多對自然生態有興趣、經常進行生態觀察的蛙友，他們具備有蛙類物種辨識能力，若發現疑似斑腿樹蛙，也會於臺灣兩棲保育志工團隊的臉書平臺或是其他管道通報。此外，另於2015年成立「外來種斑腿樹蛙監測社團」，專門針對斑腿樹蛙之通報與調查進行有效控管，截至2019/12/15，共計有670位社團成員。上述兩社團管理員為東華大學兩棲類保育研究室，每日皆會瀏覽貼文，若發現有新的斑腿樹蛙的通報，即與貼文的成員聯絡並確認。

### 3. 方格系統調查

#### 3.1 監測樣點挑選

2019年延續2018年挑選出來的112個樣點進行監測，其中斑腿樹蛙與布氏樹蛙共域樣點有53個。各樣點詳細資訊列於附錄一。

#### 3.2 調查時間、頻度與調查人員

根據楊懿如等人(2013、2014)研究顯示斑腿樹蛙偵測率高達0.87-0.93，亦即於繁殖季期間進行一次調查約有87%-93%的機率可以發現斑腿樹蛙，因此本研究於3-10月斑腿樹蛙繁殖季時，在各樣點進行至少一次調查。每次調查皆在日落後半小時開始進行，紀錄出現的蛙種、數量與棲地。

為使調查更有效率，調查除了由本研究執行團隊進行外，也依循過去執行模式，邀請具有獨立調查能力、過去也協助斑腿樹蛙普查的台灣兩棲類保育志工團隊合作，志工完成調查後將上傳至台灣兩棲類資源調查資訊網，並由本研究執行團隊審核。2019年共計有邀請36個團隊協助，各團隊調查的樣點列於附錄一。

## 二、 分子技術與族群遺傳關係研究流程

### 1. DNA 樣本及序列資料來源

首先，我們自各地採集了斑腿樹蛙的趾頭組織為樣本，包括：台灣各縣市、馬祖(Mastu)的南竿島(Nangan)與北竿島(Beigan)、金門(Kinmen)及中國大陸的福建(Fujian)及雲南(Yunnan)地區(以上樣本皆以編號 Pm 開頭，附錄)。組織採樣為以銳利的消毒過的剪刀，剪取成蛙趾頭的一小塊組織至於 99%酒精保存，這是為目前兩棲類常使用且尚能接受的方式(Grafe et al. 2011)。組織採樣後，將以青黴素或其他抗生素藥物塗抹於採樣個體傷口處，避免傷口感染。

其餘斑腿樹蛙及其他物種的 DNA 序列資料則由 NCBI 網站上的資料取得，包括：越南(Vietnam)、泰國(Thailand)、柬埔寨(Cambodia)、及中國大陸的廣東(Guangdong)、廣西(Guangxi)、及福建(Fujian)省(以上樣本皆有 NCBI 的 accession number，附錄二)。

## 2. DNA 萃取、PCR 擴增及定序

斑腿樹蛙組織樣本將利用 Master Pure™ DNA Purification Kit (EPICENTRE) 萃取基因組 DNA(genomic DNA)。萃取前，先將保存於酒精的組織以二次水(distilled water)洗滌兩次，再根據產品的步驟進行 DNA 萃取，最後將乾燥的 DNA 產物溶於 60µl 的 1x TE buffer (10Mm tris, 1mM EDTA, pH 8.0) 中，並保存於 -20°C 冰箱備用。

我們利用粒線體的 COI 基因的 510 bp 的序列長度為遺傳分析的標記，DNA 的片段 PCR 擴增反應物總體積為 25 µl，包含 1 µl DNA 樣本(200 ng)，0.2 units Go Taq® Flexi DNA polymerase (Promega)、5 mM MgCl<sub>2</sub> (Promega)、0.2 mM dNTP (Amersham, GE)、5.0 µl 5X Colorless Go Taq® Flexi Buffer (pH 8.5, Promega)、0.2 µM 前置和反置引子。PCR 熱循環流程為 95°C 5 分鐘的起始變性反應，接著重複以下步驟 35 個循環：95°C 30 秒、黏合溫度(52-42°C touch down)持續 30 秒及 72°C 30 秒，最後是 72°C 持續 10 分鐘的延長反應。PCR 產物將利用 ABI 3730xL genetic analyzer (Applied Biosystems)毛細管進行電泳並定序。

## 3. 親緣地理分析

因為泛樹蛙屬的分類及地理分布關係屬於尚未完全界定清楚的類群，因此，我們將中國及鄰近地區泛樹蛙屬的布氏樹蛙(*Polypedates braueri*)及凹頂泛樹蛙(*Polypedates impresus*)的序列，與我們採集的樣本及 NCBI 資料庫中的斑腿樹蛙序列一同分析，以界定物種與親緣地理關係，並以印度的 *Pseudophilautus kani* 作為外群。樣

本的DNA序列以MEGA 10程式(Kumar, Stecher, Li, Knyaz, Tamura 2018)中的Tamura-Nei model以鄰接法(Neighbor-joining method)及最大似然法(Maximum Likelihood method)重建物種的親緣關係樹，並了解台灣的斑腿樹蛙與境外哪一個地方的族群相近。同時，我們也利用MEGA 10程式計算物種及斑腿分支(clade)間的遺傳距離(Kumar, Stecher, Li, Knyaz, Tamura 2018)。此外，以HapView程式分析單倍基因型網狀圖來建構基因型的親緣地理關係(Salzbürger et al., 2011)。

### 三、 斑腿樹蛙族群數量控制

為持續監控斑腿樹蛙的族群量，從2016年度開始，由各兩棲類保育志工團隊在進行蛙類普查時，若發現斑腿樹蛙，即自行移除並上傳調查資料。2019年彰化縣田尾進行每月一次調查與移除控制，新北市八里挖仔尾於繁殖季時密集進行調查(3、4、6、8、10月)，新北市鶯歌碧龍宮與台中市臺中都會公園則為每季一次的調查與移除控制(前者1、4、7、10月，後者3、6、9、11月)，並由東華大學兩棲類保育研究室與兩棲類保育志工團隊一起進行(表1)。移除時間雖然各地有所差異，但皆包含斑腿樹蛙的繁殖期。移除對象包括斑腿樹蛙成蛙、幼蛙、蝌蚪、卵塊。移除後的斑腿樹蛙放置夾鍊袋中，由各辦理單位攜回並置入-20°C冰箱中冷凍，數日後直接取出掩埋，或以冷凍宅配方式寄到國立東華大學自然資源與環境學系兩棲類保育研究室，作為後續研究之用。卵塊及蝌蚪則當場就地掩埋。

表 1、2019 年各移除地點負責團隊

縣市	地點名稱	負責團隊	期間
新北市	挖仔尾	東華大學兩棲類保育研究室	3、4、6、8、10月
新北市	碧龍宮	東華大學兩棲類保育研究室、 臺北牡丹心	1、4、7、10月
台中市	臺中都會公園	東華大學兩棲類保育研究室、 臺中都會公園美白去斑	3、6、9、11月
彰化縣	田尾國小與蕙洋園	東華大學兩棲類保育研究室、 彰化鳥會	1月-12月

#### 四、 建議控制方法測試

根據 2018 年時的外來種斑腿樹蛙控制工作坊時的建議，在本年度進行捕捉時嘗試對斑腿樹蛙噴灑 16%的檸檬酸溶液，除此之外，也會將斑腿樹蛙帶回實驗室中測試不同體型大小的斑腿樹蛙被 16%檸檬酸噴灑到時的效果。在實驗室共測試了 5 隻斑腿樹蛙，體型由小到大為 4.6cm、4.7cm、5.69cm、6cm、6.6cm，進行實驗時會將斑腿樹蛙放置於塑膠箱內，之後會對其噴灑 1~3cc 的 16%檸檬酸溶液，噴灑完後會蓋上透明塑膠蓋並觀察反應。

除了在研究室進行實驗之外，我們也向各地的志工團隊提出建議，希望他們可以在進行斑腿樹蛙的移除工作時可以使用在 2018 年的斑腿樹蛙移除工作坊本學者所提出來的其他建議，如：環境整理、聲音陷阱和水桶陷阱等，並請他們於測試後回報測試結果。

#### 五、 辦理青蛙保育桌遊設計志工增能工作坊

台灣目前有 36 種青蛙，其中多數的青蛙與人類共生共存，然而因為過度開發導致青蛙棲地減少，過度使用農藥導致青蛙死亡，加上其他外來種入侵影響本土蛙的生存空間等問題值得關注，為了讓更多民眾了解生活中的青蛙並進一步保育蛙類。

本次工作坊係以開發設計桌上型遊戲為主題，邀請國內知名的桌上型遊戲設計專家臺南大學生態與環境資源學系薛怡珍副教授，帶來幾款現階段寓教於樂的桌遊，以及彰化呱呱呱志工團隊楊雅雯老師所設計桌遊，一起與有興趣的兩棲類保育志工和教育工作者分享，透過深入玩桌遊後，學習構思以蛙類保育(外來種控制)為主題的桌遊玩法，希望未來能開發成出版品，應用於教育推廣活動當中。

##### 1.課程目標

(1)透過課程內容的介紹，讓學員認識桌遊的應用功能與推展方式。

(2)藉由學員實際操作多套生態環境桌遊教具，讓學員有機會增進在兩棲保育推廣技巧，以及對外來種蛙種控制的概念。

(3)讓學員在各組裡共同腦力激盪與討論現有生態環境桌遊教具精進的機會，並提出修改內容，讓青蛙保育桌遊的設計更具體，期許藉由本次增能工作坊課程的學習，促進學員開發更多青蛙保育桌遊的教案與教具之動力。

## 2.辦理活動時程規劃

本次增能工作坊課程係採取一梯次之一天實體課程安排，並規劃在 2019 年 3 月 16 日於宜蘭冬山河森林公園生態綠洲環境教育中心教室舉辦。本次工作坊預計招募 20 位以上學員報名參加。

## 3.課程表

時間	課程內容	主講人
09:00~09:20	學員報到	
09:20~09:30	致詞	楊懿如 副教授
09:30~10:00	當桌遊遇見環境教育	薛怡珍 副教授
10:00~10:20	運用桌遊卡牌分組	薛怡珍 副教授
10:20~11:40	環境桌遊來體驗	薛怡珍 副教授
11:40~12:00	學員回饋桌遊體驗的感受	薛怡珍 副教授
12:00~13:00	午餐休息(採自助式打菜)	
13:00~13:30	「養蛙達人 FrogHome 生態桌遊」體驗	楊雅雯老師
13:30~15:00	創意思考大改造(分 4 小組討論)	薛怡珍 副教授
15:00-16:05	「養蛙達人 FrogHome 生態桌遊」精進版體驗與分享(分 4 小組討論)	薛怡珍 副教授

16:05-16:25	老師總結講評	薛怡珍 副教授
16:25-17:00	大合照與場地復原賦歸	

#### 4.主講人簡歷資料

本次增能工作坊課程所邀請講員，主要有薛怡珍副教授、楊雅雯老師等 2 位在環境教推動桌遊方面具經驗豐富之教師群為主。故，對於本次增能工作坊之兩位主講人簡歷介紹，則整理如下述。

- (1) 薛怡珍 副教授：現任國立台南大學生態暨環境資源學系專任副教授。曾任國立台南大學生態旅遊研究所所長、東海大學景觀學系專任助理教授、財團法人台灣發展研究院生態暨資源保育研究所兼任研究員兼副所長。其最高學歷為國立台灣大學森林環境暨資源學研究所博士，其研究領域為生態旅遊與環境教育、生態社區與生態城鄉規劃等方向，並自製開發多套環境教育桌遊設計與教具，如「騎鯨人遊台江」、「原民勇士狩獵趣」、「低碳生活小旅行」、「搶救森林大作戰」等，是台灣數一數二之知名環境桌遊設計師與環境桌遊教學師。
- (2) 楊雅雯 老師：現任溪湖高中教師，亦是台灣兩棲類動物保育資深志工，對於桌遊應用於課程教案上由衷熱切開發，並在近期自製設計一套「養蛙達人」桌遊，提供推廣兩棲類保育之一個最佳桌遊環境教育平台。

## 5. 桌遊設計志工增能工作坊之回饋問卷單設計

為了瞭解學員參加這次青蛙保育桌遊設計增能工作坊學習的滿意度，以作為未來持續辦理相關增能工作坊改善的參考，則設計有三大主軸項目共計 15 個題目之回饋問卷單內容，提供學員們在結束課程後做回饋填寫使用。而對於這份回饋問卷單設計的形式，如附錄二所示。

## 肆. 結果與討論

### 一. 兩棲類保育志工團隊普查

2019 年共計 59 個團隊參與調查，涵蓋 21 個縣市(含金馬澎地區)，827 個樣區，上傳了 32,111 筆資料。其中於 18 個縣市發現斑腿樹蛙(圖 4)，調查到 8,884 隻次，包含雄蛙 6203 次，雌蛙 1134 隻次，未能辨認性別的成蛙 919 隻次，幼蛙 26 隻次。

由結果可知，藉由志工協助調查能夠完成大範圍的普查，並有效率的掌握斑腿樹蛙的分布現況。建議未來持續與志工團隊合作進行監測，即時掌握斑腿樹蛙的分布動態，以評估最適宜的監測措施。

### 二. 一般民眾與蛙友通報分布

2019年共計254筆通報記錄(附錄三)。通報方式主要為臺灣兩棲保育志工Facebook社團通報(141筆)、iNaturalist通報(105筆)、東華大學兩棲類保育研究室信箱通報(7筆)、台灣兩棲調查網(1筆)。於斑腿樹蛙繁殖期的3-10月(219筆)通報佔大多數。地點大多數位於海拔低於600公尺以下人為活動頻繁的地區。

相較於去年僅有 97 筆通報資料，今年的通報資料筆數大幅增加，顯示民眾更踴躍參與協助監測。今年通報主要以臉書社團為主，主要為上傳方便，且社團中有經蛙類調查培訓過的兩棲保育志工可以提供辨識服務，且在通報後續處理上，志工也會提供意見給通報的民眾了解，也間接地提供了推廣教育的功能。

# Distribution areas of *P. megacephalus*

● 2019

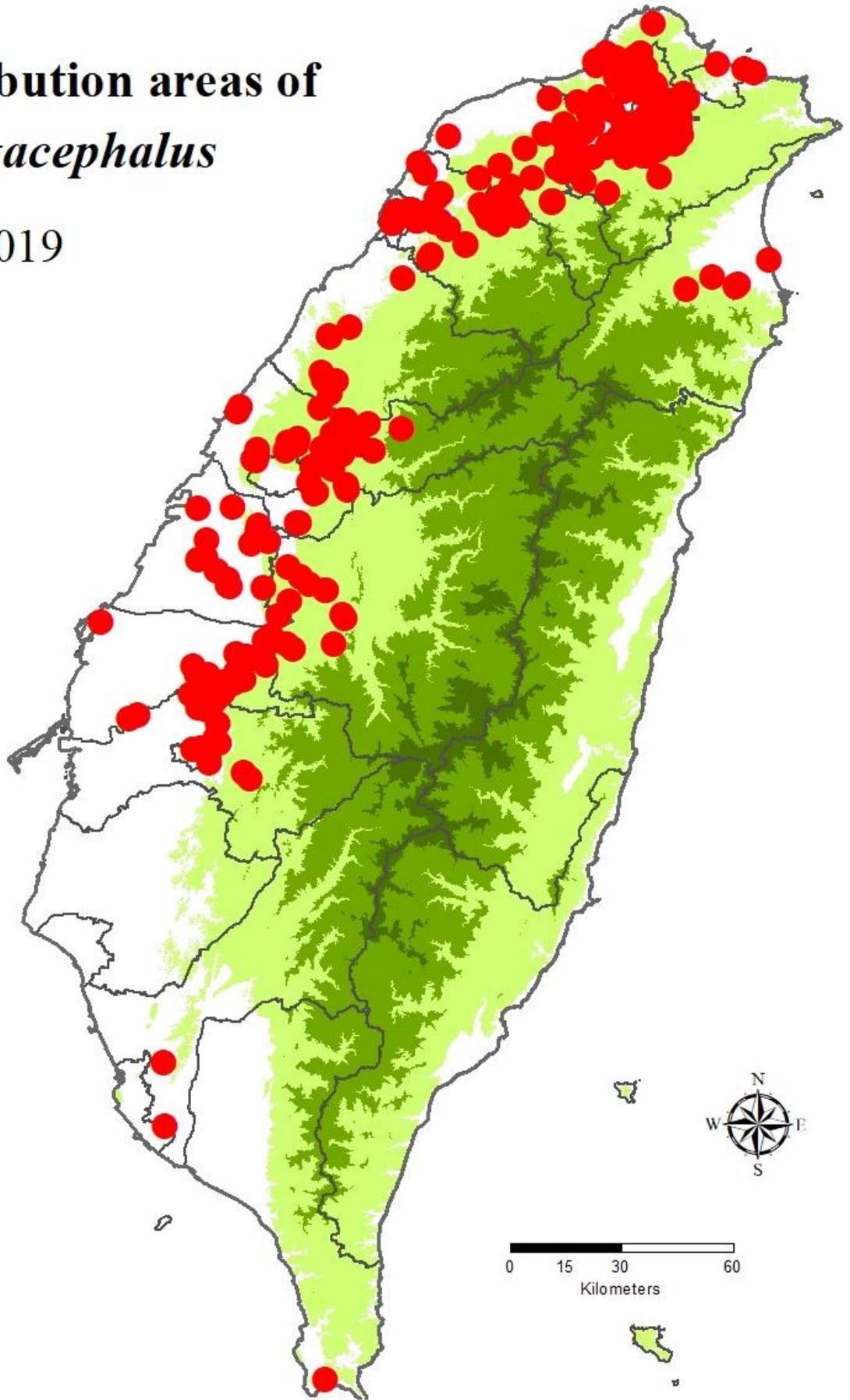


圖 3、2019 年斑腿樹蛙分布圖

### 三. 斑腿樹蛙在各縣市分布點

2019 年共計 18 個縣市、342 個地點有發現斑腿樹蛙族群，均較往年為多。分布地點最多的縣市為新北市(66 個)、台北市(62 個)與台中市(50 個)。分布筆數最多的縣市為台北市(1,539 筆)，其次為新北市(746 筆)與新竹縣(400 筆)。

綜合 2010 年到 2019 年所有斑腿樹蛙分布資料 (21,857 筆，圖 5)，目前野外族群分布的範圍含括 18 個縣市，由北而南依次為基隆市、台北市、新北市、桃園市、新竹市、新竹縣、苗栗縣、台中市、南投縣、彰化縣、雲林縣、嘉義縣、嘉義市、高雄市、屏東縣、宜蘭縣以及外島的連江縣與金門縣，共計 1,572 個分布地點。分布點最多的為新北市(428 個)，其次為桃園市(247 個)與台中市(225 個)(表 2)。

表 2、2010-2019 斑腿樹蛙分布樣點數

縣市	筆數
新北市	428
桃園市	247
台中市	225
彰化縣	221
台北市	159
新竹縣	76
雲林縣	69
南投縣	40
苗栗縣	31
屏東縣	27
嘉義縣	17
宜蘭縣	16
基隆市	8
高雄市	6
嘉義市	6
連江縣	5
台南市	2
總計	1583

## Distribution areas of *P. megacephalus*

- 2006
- 2010-2013
- 2014-2016
- 2017-2019

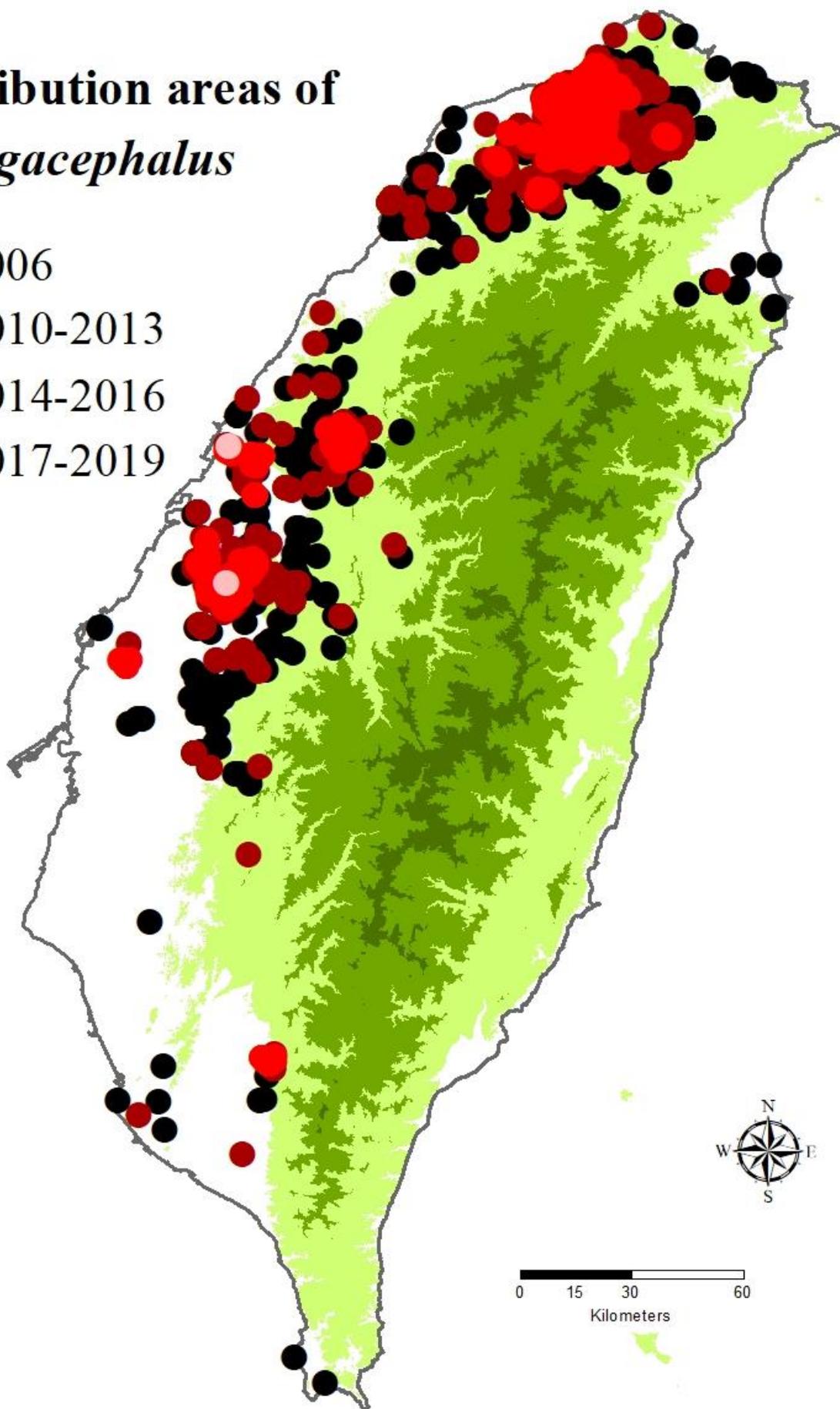


圖 4、2006 年到 2019 年的斑腿樹蛙野外族群分布圖

進一步討論 2010-2019 年的分布變化。圖 5 顯示 2012 年斑腿樹蛙集中分布於觀音山、桃園、新社石岡、臺中西屯、彰化田尾等地。2013 年在這些地點周圍的臺北市、新北市、桃園市中壢、彰化員林、溪湖等地也陸續發現新族群。隨著人為意外引入與斑腿樹蛙本身的擴散，2014-2018 年持續發現新的斑腿樹蛙入侵點，且點與點也逐漸形成區域，例如觀音山與其周遭的雙北市和桃園市已相連；臺中市的新社石岡與西屯、梧棲等也明顯有連結的趨勢；彰化田尾也往東接至南投。這些區域面積廣泛且族群量高，很可能也是斑腿樹蛙往外擴散的源頭。隨著斑腿樹蛙相關資訊的持續推廣，使得更多人認識並協助參與通報，搭配兩棲類保育志工團隊在全台的普查，2019 年又清查更多的斑腿樹蛙分布點，建議未來持續沿用此合作模式，以期更能掌握斑腿樹蛙的分布情形。

#### 四.方格系統調查

在 112 個監測樣點中，今年完成其中 51 個樣點的調查(表 3)，各縣市調查狀況：台北市 11 個樣點完成 10 個；新北市 15 個樣點完成 11 個；桃園市 16 個樣點中完成了 9 個；新竹縣 5 個樣點完成 1 個；苗栗縣 5 樣點中完成了 1 個；台中市 23 樣點中完成了 15 個；南投縣 2 個樣點皆完成；彰化縣 15 樣點中完成了 2 個；雲林縣 8 樣點皆無完成；嘉義市 2 樣點皆無完成；嘉義縣 2 樣點皆無完成；屏東縣 4 個樣點皆無完成；宜蘭縣 1 個樣點完成。今年在執行方格監測斑腿樹蛙的並未強力要求志工團隊的執行，完成樣點多數為志工例行調查樣點。51 個樣點共紀錄 5683 筆、29 種蛙類、5685 隻次，其中最多隻次的物種為斑腿樹蛙(1,517)、黑眶蟾蜍(991)與澤蛙(500)，全數皆有發現斑腿樹蛙。未進行監測的點有 48 個，其中 31 個樣點鄰近 20 公里內有斑腿樹蛙的通報紀錄。從監測樣點調查結果顯示，斑腿樹蛙入侵後族群維持穩定。

歷年與布氏樹蛙共域的 53 個樣點中(表 3)，今年度調查樣點有 45 個，全部皆有斑腿樹蛙，而有紀錄到布氏樹蛙的樣點是 16 個佔 35.6%(16/45)。比較 2018 至 2019 年共域樣點中，有 24 個樣點兩年都沒有布氏樹蛙，13 個樣點兩年都有記錄到布氏樹蛙，在 2018 有布氏樹蛙的樣點在今年消失的有 5 個，去年沒有分布布氏樹蛙但今年

出現的樣點有 3 個(表 3)。

未再紀錄到布氏樹蛙的可能原因是調查誤差(天候、頻度等)，但推測主因還是受到斑腿樹蛙的排擠。斑腿樹蛙與布氏樹蛙在親緣關係(泛樹蛙屬)、繁殖季(春初至秋末)、繁殖地(永久性靜止水域)等生態棲位皆有明顯重疊，一旦共域很有可能發生競爭排擠，然而斑腿樹蛙的體型、窩卵數和繁殖頻度等皆高於布氏樹蛙(吳和謹等人 2010)，在生存上明顯較布氏樹蛙優勢。

在 3 個共域樣點如明德宮杏花林、貓空茶園、中正露營區等樣區，在過去調查中曾有一年或一年以上未發現布氏樹蛙的紀錄，在 2019 的調查中卻又記錄到布氏樹蛙，布氏樹蛙族群會有如此的變化，可能與環境相關，未來值得深入探討。

表 3、2019 年度 112 個監測樣點歷年調查狀況(-為未調查、1 為有紀錄、1\*為 20 公里內通報、0 為未紀錄)

型 態	縣市	樣點名稱	2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019	
			布氏	斑腿														
	台北市	明德宮杏花林	-	-	-	-	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1
	台北市	明興里生態區	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	台北市	草湳	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
	台北市	富陽公園	-	-	-	-	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	台北市	樟樹步道水田	-	-	-	-	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1
	台北市	貓空茶園	-	-	-	-	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1
斑腿	台北市	台北市立動物園	-	-	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1
布氏	台北市	南港區山水綠生態公園	-	-	-	-	-	-	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1
共域	台北市	天母水管路古道	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1
	新北市	土城彈藥庫	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	新北市	山中湖 B	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	新北市	介壽路一段 238 巷	-	-	-	-	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1
	新北市	碧龍宮	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	新北市	中和 11 工廠菜園	-	-	-	-	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1
	新北市	向天湖	-	-	-	-	-	-	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1
	新北市	觀音山田埔巷 4	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	-	-	0	1
	桃園市	承天路	-	-	-	-	1	1	0	1	0	1	0	1	-	-	0	1
	桃園市	和美山步道	-	-	1	1	-	-	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	桃園市	石門路	-	-	-	-	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1
	桃園市	石門路 B	-	-	-	-	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1
	新北市	土城青雲路	-	-	-	-	1	1	1	1	0	0	0	0	-	-	-	-

表 3、2019 年度 112 個監測樣點歷年調查狀況(-為未調查、1 為有紀錄、1\*為 20 公里內通報、0 為為紀錄)(續)

型 態	縣市	樣點名稱	2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019	
			布氏	斑腿														
	新竹縣	墾園農場	-	-	-	-	-	-	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	苗栗縣	西湖渡假村	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1
	台中市	七分荒塘	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1
	台中市	新社石岡 1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
	台中市	新社石岡 2-3	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	台中市	新社石岡 3	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
斑腿	台中市	新社石岡 16	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
布氏	台中市	新社石岡 17	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1
共域	台中市	新社石岡 18	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1
	台中市	新社石岡 22	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
	台中市	新社石岡 25	0	1	1	1	-	-	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1*
	台中市	新社石岡 26-2	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1
	台中市	新社紅 3A	-	-	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
	台中市	香菇之家	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	台中市	新社國小	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	台中市	興中街	-	-	1	1	-	-	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	台中市	中都 4A	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1*
	台中市	中都 8A 牛頂頭	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	台中市	中都 8E 甘露寺	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1
	台中市	牛烏攔溪生態池	-	-	-	-	-	-	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1

表 3、2019 年度 112 個監測樣點歷年調查狀況(-為未調查、1 為有紀錄、1\*為 20 公里內通報、0 為未紀錄)(續)

型態	縣市	樣點名稱	2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019	
			布氏	斑腿														
	台中市	中正露營區	-	-	-	-	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1
	台中市	新社石岡 32-2	1	0	1	1	1	0	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	彰化縣	寶藏寺後方	-	-	-	-	-	-	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1
	彰化縣	八卦山 1	-	-	-	-	1	1	0	1	0	1	0	1	-	-	-	1*
斑腿	彰化縣	八卦山 2	-	-	-	-	1	1	0	1	0	1	0	1	-	-	-	1*
布氏	彰化縣	八卦山 4	-	-	-	-	1	1	0	1	0	1	0	1	-	-	-	1*
共域	彰化縣	八卦山 5	-	-	-	-	1	1	0	1	0	1	0	1	-	-	-	1*
	彰化縣	八卦山蝴蝶園	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	屏東縣	大陸觀外圍 01	-	-	-	-	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1*
	屏東縣	大陸觀外圍 07	-	-	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	-	1*
	屏東縣	賽嘉巷水溝	-	-	-	-	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	-	1*
	屏東縣	口社	-	-	-	-	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	-	1*
	宜蘭縣	淋漓坑	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1
	新北市	4-2 蘆堤幸福菜園	-	-	-	-	-	-	0	1	0	1	0	1	-	-	0	1
	新北市	關渡自然公園	-	-	-	-	-	-	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	新北市	泉州街 2	-	-	-	-	-	-	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1
斑腿樹	新北市	南勢街	-	-	-	-	-	-	0	1	0	1	0	1	-	-	0	1
蛙監測	桃園市	五青路 2	-	-	-	-	-	-	0	1	0	1	0	1	-	-	0	1
	桃園市	外社(紅)	-	-	-	-	-	-	0	1	0	1	0	1	-	-	-	-
	桃園市	石園路	-	-	-	-	-	-	0	1	0	1	0	1	-	-	-	1*

表 3、2019 年度 112 個監測樣點歷年調查狀況(-為未調查、1 為有紀錄、1\*為 20 公里內通報、0 為為紀錄)(續)

型 態	縣市	樣點名稱	2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019	
			布氏	斑腿														
	桃園市	好時節農場	-	-	-	-	-	-	0	1	0	1	0	1	-	-	0	1
	桃園市	桃一 9	-	-	-	-	-	-	0	1	0	1	0	1	-	-	-	1*
	桃園市	桃三 7	-	-	-	-	-	-	0	1	0	1	0	1	-	-	-	1*
	桃園市	桃中壠 17	-	-	-	-	-	-	0	1	0	1	0	1	-	-	-	1*
	桃園市	桃園溼地復旦路 5.1	-	-	-	-	-	-	0	1	0	1	0	1	-	-	-	1*
	桃園市	福源山步道	-	-	-	-	-	-	-	0	1	0	1	-	-	0	1	
	新竹縣	北區舊社國小附近	-	-	-	-	-	-	0	1	0	0	0	0	-	-	-	-
	桃園市	忠孝路(紅)	-	-	-	-	-	-	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1
	台中市	中興街 2	-	-	-	-	-	-	0	1	0	1	0	1	-	-	-	1*
斑腿樹	台中市	新社區沐心泉餐飲區	-	-	-	-	-	-	0	1	0	0	-	-	-	-	-	-
蛙監測	台中市	梧棲林宅	-	-	-	-	-	-	0	1	0	1	0	1	-	-	-	1*
	彰化縣	大同 12 街	-	-	-	-	-	-	0	1	0	1	0	1	0	1	-	1*
	彰化縣	前溪底	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	-	-	-	1*
	彰化縣	員林紅 1B	-	-	-	-	-	-	0	1	0	1	0	1	-	-	-	1*
	彰化縣	溪湖鎮肉品市場	-	-	-	-	-	-	0	1	0	0	0	1	0	1	-	1*
	彰化縣	彰 27B	-	-	-	-	-	-	0	1	0	1	0	1	-	-	-	1*
	彰化縣	彰 36A	-	-	-	-	-	-	0	1	0	1	0	1	-	-	-	1*
	彰化縣	彰 42A	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
	彰化縣	民生路蕙洋園	-	-	-	-	-	-	0	1	0	1	0	1	0	1	-	1*
	雲林縣	斗六工業區	-	-	-	-	-	-	0	1	0	0	0	1	0	1	-	1*
	雲林縣	西螺大橋 1	-	-	-	-	-	-	0	1	0	1	0	1	0	1	-	1*

表 3、2019 年度 112 個監測樣點歷年調查狀況(-為未調查、1 為有紀錄、1\*為 20 公里內通報、0 為為紀錄)(續)

型態	縣市	樣點名稱	2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019	
			布氏	斑腿														
	雲林縣	西螺大橋 2	-	-	-	-	-	-	0	1	0	1	0	1	0	1	-	1*
	雲林縣	斗六漢記公園	-	-	-	-	-	-	-	1	0	1	0	1	0	1	-	1*
	雲林縣	褒忠沙崙	-	-	-	-	-	-	0	1	0	1	0	1	0	1	-	1*
	台北市	雙溪國小校園稻田	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	0	0	1
	台北市	至善路三段 7 巷	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	-	-	0	0	1*
	新北市	三芝區芝蘭路 62 號	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	0	0	1*
	新北市	淡水區秀水路(開心農場旁邊)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	-	-	0	0	1*
斑腿樹	新北市	直潭國小側門附近私人菜園	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	0	0	1*
蛙監測	新北市	石門區七股小坑路	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	0	0	1*
	桃園市	中壢區山東里青埔附近	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	-	-	0	0	1*
	桃園市	平鎮市長安路 168 號	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	0	0	1*
	新竹縣	竹東河濱公園榮民醫院端	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	0	1	0	0	1*
	新竹縣	新豐鄉 中崙村 4 鄰 156 之 1 號	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	0	1	0	0	1*
	新竹縣	東區高峰路 439 巷古奇峰何家園餐廳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	0	0	0	0	1*
	新竹縣	南寮漁港運動公園	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	0	1	0	0	1*
	苗栗縣	苗栗線楓樹窩石虎米	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1*
	苗栗縣	西湖國中	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	-	-	1*
	苗栗縣	苑裡鎮 德行路	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	-	-	-

表 3、2019 年度 112 個監測樣點歷年調查狀況(-為未調查、1 為有紀錄、0 為為紀錄)(續)

型態	縣市	樣點名稱	2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019	
			布氏	斑腿														
	苗栗縣	苑裡鎮泰田里	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	0	0	-	-
	台中市	中興大學	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	-	-
	台中市	台中文創園區	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-
	台中市	大甲區幸福里	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	0	0	-	-
	南投縣	特生中心生態園區	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	1	1	0	1
斑腿樹	南投縣	黃清松的巴西蘑菇栽培場	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1
蛙監測	彰化縣	鹿港鎮詔安里竹圍巷	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	0	1	0	1
	雲林縣	福爾摩沙高速公路附近	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	-	-	-	-
	雲林縣	麥寮鄉新吉村吉安宮北方	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	-	-	-	-
	雲林縣	麥寮鄉興華國小南方 156 縣道	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	-	-	-	-
	嘉義市	仁義高中與忠義堤防道路	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	0	1	-	-
	嘉義市	香湖公園	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	0	0	-	-
	嘉義縣	大埔鄉曾文水庫	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-
	嘉義縣	凍子嶺 159 甲	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-

## 五. 共域蛙種組成比較

與去年的資料比較：在 112 個監測樣點中，針對本年與去年均有進行調查的 34 個樣點進行分析並比較，這兩年佔組成蛙種比例最高的前六名皆相同(圖 6)，分別為：斑腿樹蛙、黑眶蟾蜍、澤蛙、拉都希氏赤蛙、貢德氏赤蛙及面天樹蛙。連續兩年皆以斑腿樹蛙所佔比例最高，可能是因鼓勵團隊自主移除斑腿樹蛙所造成，如台北市立動物園的臺北動物園卻斑行動大隊志工團隊、新竹蛙保團隊、鹹菜甕蛙蛙團隊與南港可樂蛙等多個團隊積極的調查及自行移除斑腿樹蛙，因為以斑腿樹蛙為主要調查對象，因此增加了許多斑腿樹蛙的紀錄。

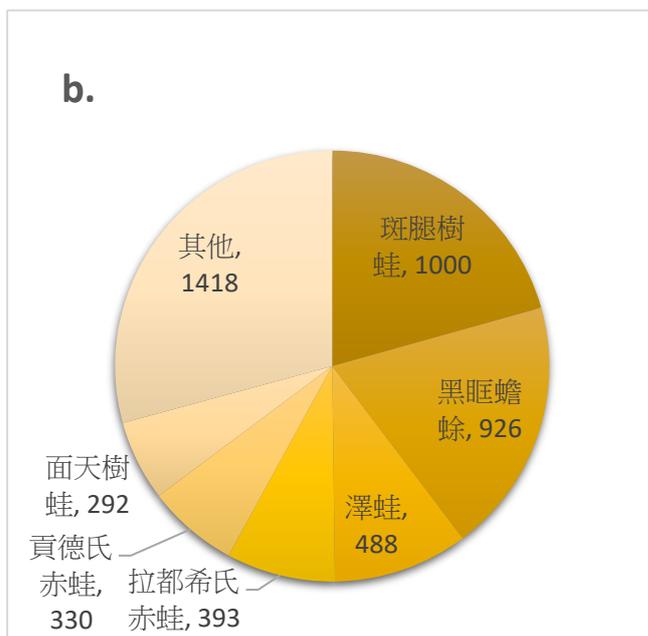
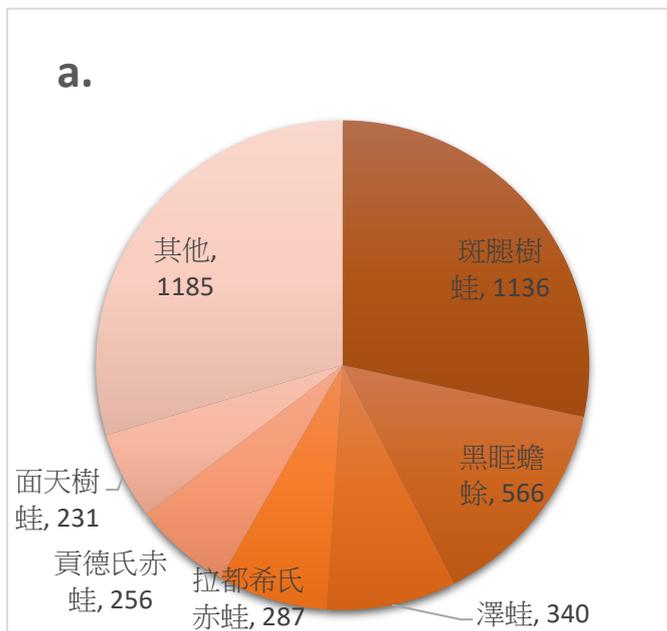


圖 5、2019(a)、2018(b)年斑腿樹蛙監測樣點蛙種組成

以下針對挖仔尾地區、碧龍宮、臺中都會公園的共域蛙類調查結果分別進行說明。

(一)新北市八里區挖仔尾地區

自 2011 至 2019 年間，進行斑腿樹蛙族群監控活動時，同時進行蛙類相調查。2019 總計調查到黑眶蟾蜍、中國樹蟾、小雨蛙、貢德氏赤蛙、澤蛙、虎皮蛙以及斑腿樹蛙共 7 種蛙類。選擇斑腿樹蛙之外數量最多的五種蛙種(黑眶蟾蜍、中國樹蟾、小雨蛙、貢德氏赤蛙、澤蛙)與之進行比較，從圖 7 可知斑腿樹蛙 2011 年至 2019 年皆為八里挖仔尾地區的優勢物種。2013 至 2017 年斑腿樹蛙紀錄所佔比例皆在 50%左右，然 2018 年暴增至 87%(345/396)，可能因為 2018 年改為在斑腿樹蛙的繁殖季時密集移除(4、6、7、8、10 月)所造成。而在 2019 年斑腿樹蛙的占有比例略降為 77.5%(328/423)，未來有待持續觀察。

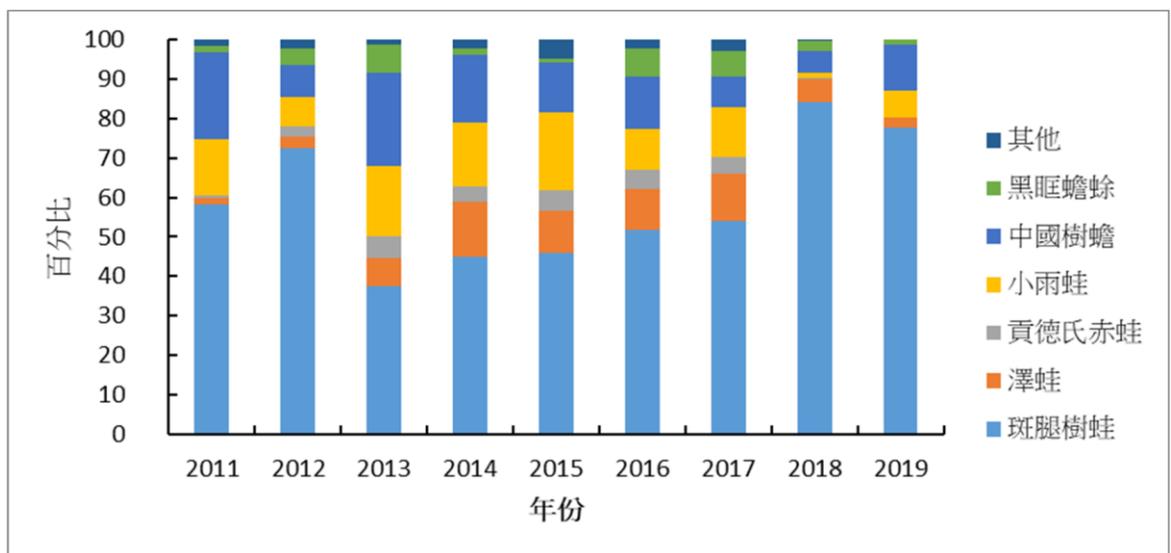


圖 6、2011-2019 年八里挖仔尾地區與斑腿樹蛙共域蛙種比率圖

(二)新北市鶯歌區碧龍宮

自 2011 至 2015 年間進行每月一次斑腿樹蛙族群監控活動暨蛙類相調查，從 2016 年開始進行每季調查一次。2019 年度碧龍宮總計調查到黑眶蟾蜍、盤古蟾蜍、貢德氏赤蛙、拉都希氏赤蛙、長腳赤蛙、澤蛙、福建大頭蛙、台北樹

蛙、小雨蛙、日本樹蛙、虎皮蛙、美洲牛蛙以及斑腿樹蛙共 13 種蛙類，2019 年碧龍宮的優勢物種為拉都希氏赤蛙，比率為 23.7%(33/139)(圖 8)。2011 年至 2015 年每月均有移除活動，此期間斑腿樹蛙佔共域蛙種的比率多控制在 20% 以下。而 2016 以後改為每季一次的移除控制，斑腿樹蛙佔共域蛙種的比率控制在 25% 以下，並未因移除強度降低而有族群明顯增長的情形。優勢物種以拉都希氏赤蛙為主，碧龍宮是少數斑腿樹蛙非優勢種的樣區，原因可能是競爭蛙種多加上定期移除的壓力造成。碧龍宮緊鄰山區，地理環境也較其他斑腿樹蛙分布點特殊，未來可以做為斑腿樹蛙是否擴散進森林的指標。

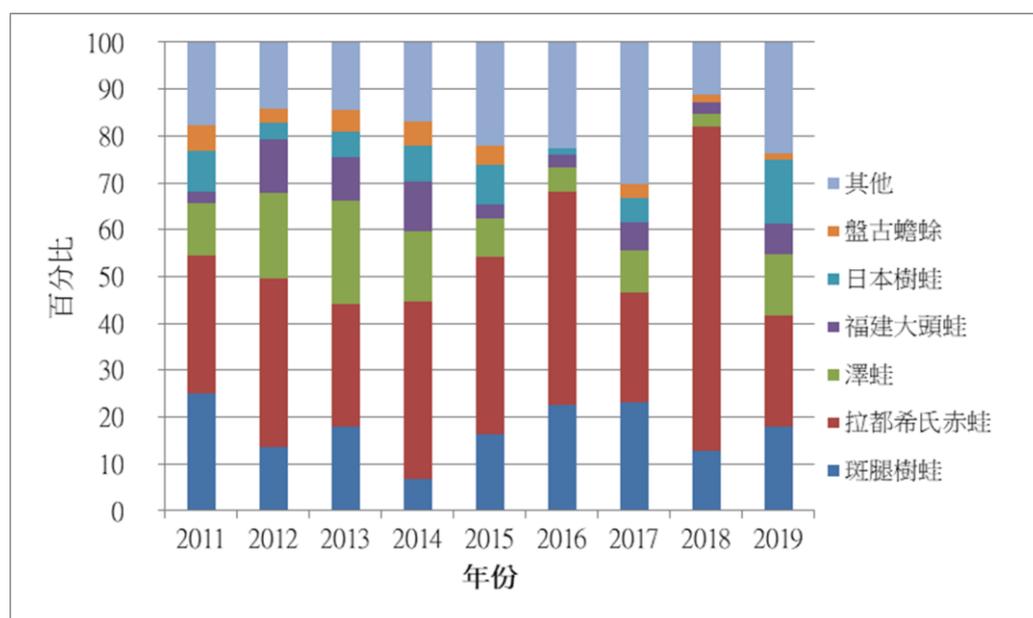


圖 7、2011-2019 年鶯歌碧龍宮與斑腿樹蛙共域之蛙種比率圖

### (三) 台中市西屯區台中都會公園

自 2012 至 2015 年間進行每月一次斑腿樹蛙族群監控活動暨蛙類相調查，從 2016 年開始進行一季一次，總計調查到黑眶蟾蜍、中國樹蟾、小雨蛙、貢德氏赤蛙、澤蛙、虎皮蛙以及斑腿樹蛙共 7 種蛙類，從圖 9 可得知斑腿樹蛙從 2012 年至 2019 年皆為臺中都會公園的優勢物種。2012 年迄今針對斑腿樹蛙進行移除，2013 年至 2016 年皆控制在 50%-60% 之間。2018 年時因注意到 2017 年時志工過於注重斑腿樹蛙的調查而使其所佔比例極高，因此特別提醒亦需兼顧其他蛙種之調查紀錄，使斑腿樹蛙佔比下降至 53.3%(245/476)，2019 年斑腿樹

蛙所占比率又回升至 75.6%(236/312)，為歷年來最高值，但移除數量 198 隻為歷年最低。

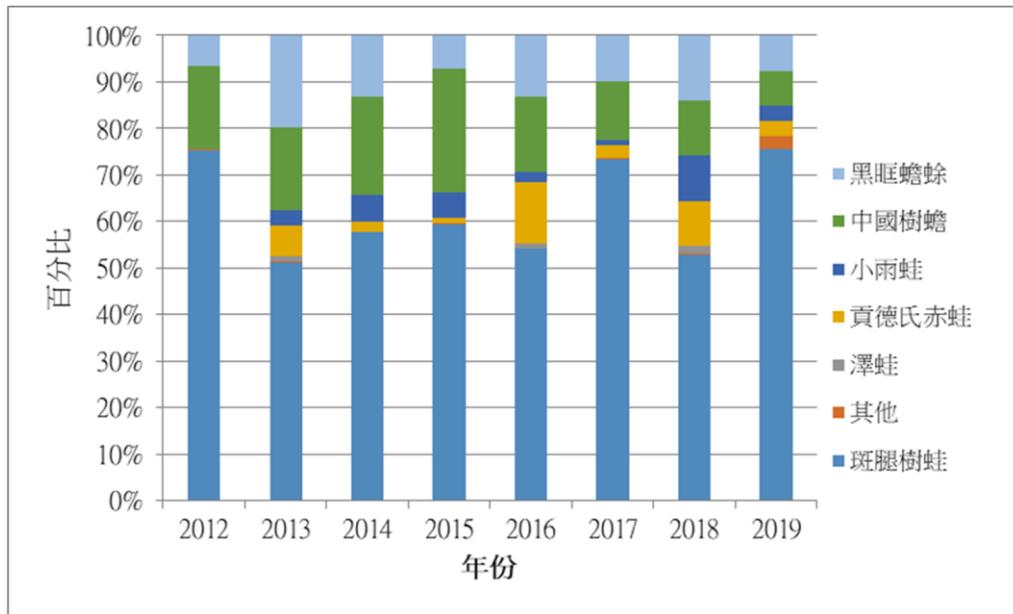


圖 8、2012-2019 年台中都會公園與斑腿樹蛙共域之蛙種比率圖

## 六. 斑腿樹蛙的控制成效

2019 年於新北市八里區挖仔尾地區、新北市鶯歌區碧龍宮、台中市西屯區臺中都會公園、彰化縣田尾鄉田尾國小和蕙洋園共四個地點定期移除控制斑腿樹蛙族群，總計參與人數共 778 人次，移除數量共 789 隻。以下分別描述。

### (一) 新北市八里區挖仔尾地區

2019 年參與人次共 174 人次，共移除 333 隻(表 4)。移除數量以 6 月最低，原因是該次斑腿樹蛙主要集中在積水過深的蘆葦區，因此志工難以進入移除。圖 10 顯示歷年之移除隻次與參與人數，其中 2012 至 2017 年為每月一次的移除活動，2018 年首次改為每季一次，參與人數及移除隻次明顯降低，但移除隻數與每月一次差不多，顯示只要配合斑腿樹蛙繁殖季加強控制，每季一次之移除強度已足夠。今年 4 月份兩棲保育研究室與江翠國中合辦資優班的蛙類課程，利用闖關方式讓學生了解蛙類知識以外，也結合夜間斑腿移除活動，達到學術與實作的經驗。另外與去年度相比，移除的數量有回升的趨勢，推測是因 7 月份無移除活動，

導致 8 月份移除活動時正值斑腿樹蛙幼蛙大發生，因此當次移除量大幅增加。預計於 2020 年度八里挖仔尾地區的移除活動將維持於繁殖季時進行，於 4 月、6 月、7 月、8 月、10 月各進行一次移除活動。

表 4、2019 年新北市八里區挖仔尾地區斑腿樹蛙移除數量與參與人數

日期	移除數量 (隻)	參與人數
3/23	8	28
4/21	35	53
6/15	5	29
8/17	190	30
10/20	95	34
總和	333	174

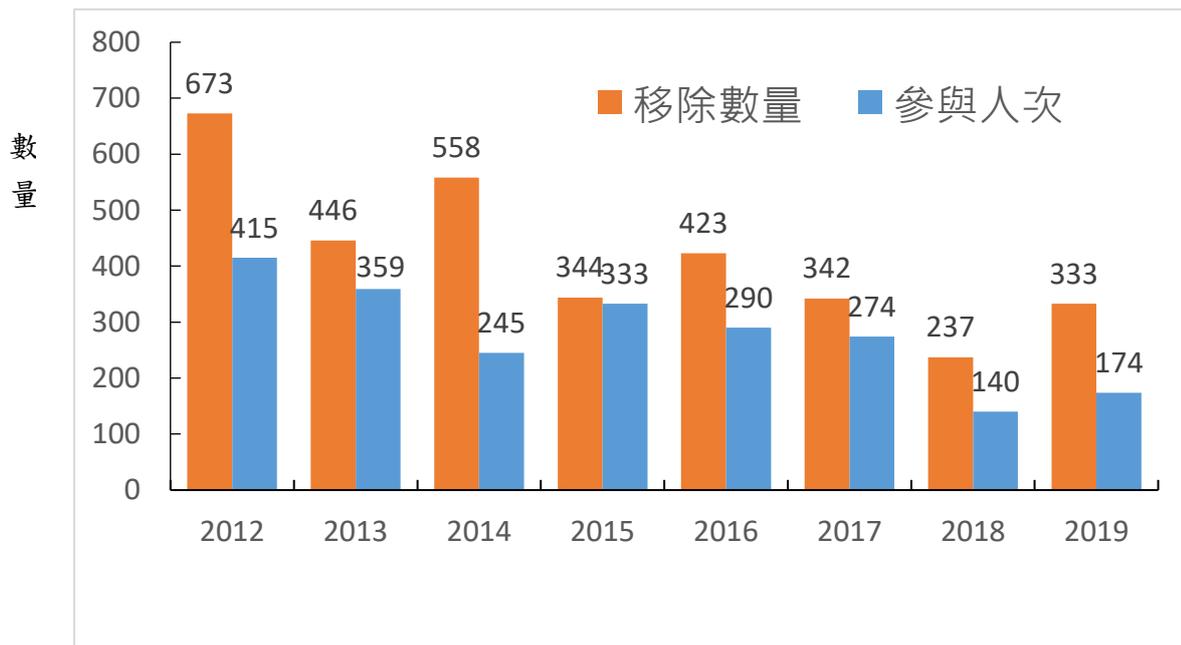


圖 9、挖仔尾地區 2012-2019 年間斑腿樹蛙移除總數與參與人數

## (二) 新北市鶯歌區碧龍宮

2019 年參與人次共 24 人次，移除 9 隻。全年度移除數量少；2012-2019 年間斑腿樹蛙移除數量與參與人數如圖 11，碧龍宮地區調查到的斑腿樹蛙數量

低，也非優勢物種，移除數量相對少。2012 至 2015 年為每月一次的移除活動，控制進入第三年時(2014 年)時捕獲量明顯下降，但到了 2015 年時捕獲量又些微略升。2016 年後改為 1 季一次移除，參與人次與移除數量明顯的下降，而 2018 年與 2019 年時移除量又再次下跌至不及 10 隻。推測現有的移除強度已足夠控制斑腿樹蛙族群增長，或者是因為躲避在不容易移除的地方而導致移除數量驟減，值得持續注意。

表 5、2019 年新北市鶯歌區碧龍宮斑腿樹蛙移除數量與參與人數

日期	移除數量 (隻)	參與人數
1/16	0	5
4/24	8	6
7/4	1	7
10/23	0	6
總和	9	24

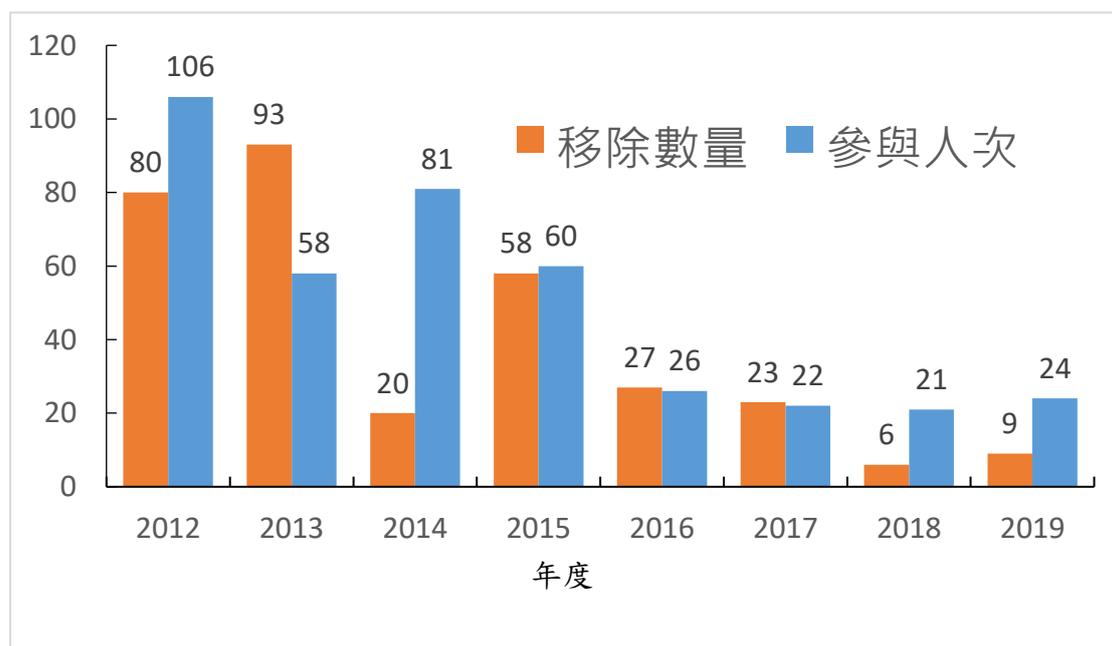


圖 10、碧龍宮 2012-2019 年間斑腿樹蛙移除總數與參與人數

### (三)台中市西屯區台中都會公園

2019 年參與人次為 235 人次，移除 198 隻(表 5)。四季移除數量有明顯差異，其中 9 月 21 日總共移除了 109 隻斑腿樹蛙，可能與先前公園管理處修剪園

區植物，減少斑腿樹蛙躲藏地點有關。

圖 12 為 2012-2019 年間移除斑腿樹蛙與參與人數，2013-2015 年台中都會公園每個月進行一次控制活動，移除隻次及參與人數較其它年度較高。從 2016 年後改成一季一次的移除活動，移除隻次及參與人數相對較低，但志工參與依然踴躍，每場參與人數至少有 50 人左右。移除數量雖然在 2016 年明顯較前幾年低，但 2016 至 2019 年的成效顯示，當地斑腿樹蛙族群似漸趨穩定，現有的移除強度已足夠避免其族群擴增，未來還需要持續追蹤。另外今年度的 4 次移除活動前，以生態保育小遊戲與參與民眾互動，加強民眾生態保育的基本知識，向下推廣保育教育，許多對於生態保育有興趣的民眾報名參加，因此建議未來持續善用媒體加強一般民眾對外來種認知、協助監測外，也能宣傳大眾參與移除活動，增加控制成效。

表 6、2019 年台中市西屯區臺中都會公園斑腿樹蛙移除數量與參與人數

日期	移除數量(隻)	參與人次
3 月 30 日	65	60
6 月 23 日	3	52
9 月 21 日	109	49
11 月 9 日	21	74
總和	198	235

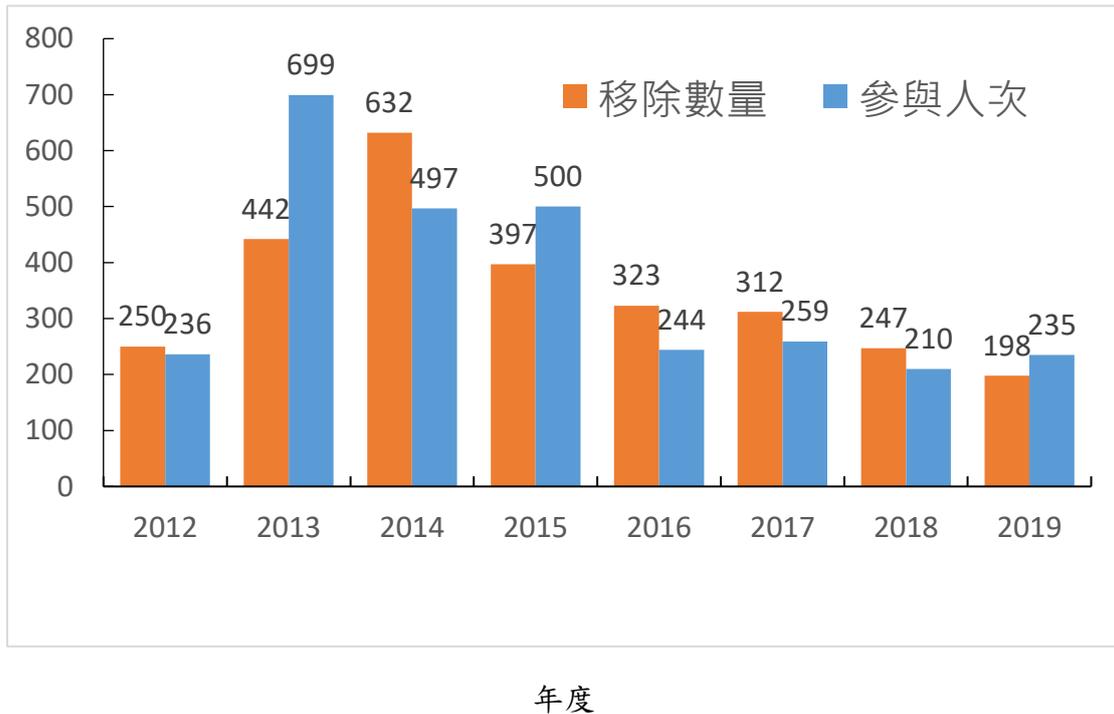


圖 11、臺中都會公園 2012-2019 年間斑腿樹蛙移除總數與參與人數

#### (四)彰化縣田尾鄉田尾國小、蕙洋園

2019 年參與人次共 345 人次，移除 249 隻(表 6)，移除數量集中在 3-9 月，移除數量最少的月份為 1 月。2012-2019 年間移除的斑腿樹蛙與參與人數如圖 13。近年來在田尾國小及蕙洋園移除到斑腿樹蛙的比率逐漸變少，協助辦理移除活動的彰化鳥會於去年增加新蕙洋園作為移除活動範圍，因此 2018 年及 2019 年移除隻數較往年高，同時也配合鳥會活動吸引民眾參與，使參與人數大幅提升，本年度甚至為歷年來最高。更多的志工參與除了提升移除成效，更促進民眾對外來種控制的認識，對斑腿樹蛙控制有良好的幫助。

表 7、2019 年彰化縣田尾鄉田尾國小及蕙洋園斑腿樹蛙移除數量與參與人數。

日期	參與人次	移除數量(隻)
1 月 19 日	6	6
2 月 23 日	8	8
3 月 9 日	7	29
3 月 23 日	39	18
4 月 13 日	9	18
4 月 27 日	11	27

5月18日	35	26
6月22日	12	20
7月20日	8	19
8月25日	42	12
9月21日	35	15
10月19日	7	31
11月23日	9	16
12月7日	8	4
總計	345	249

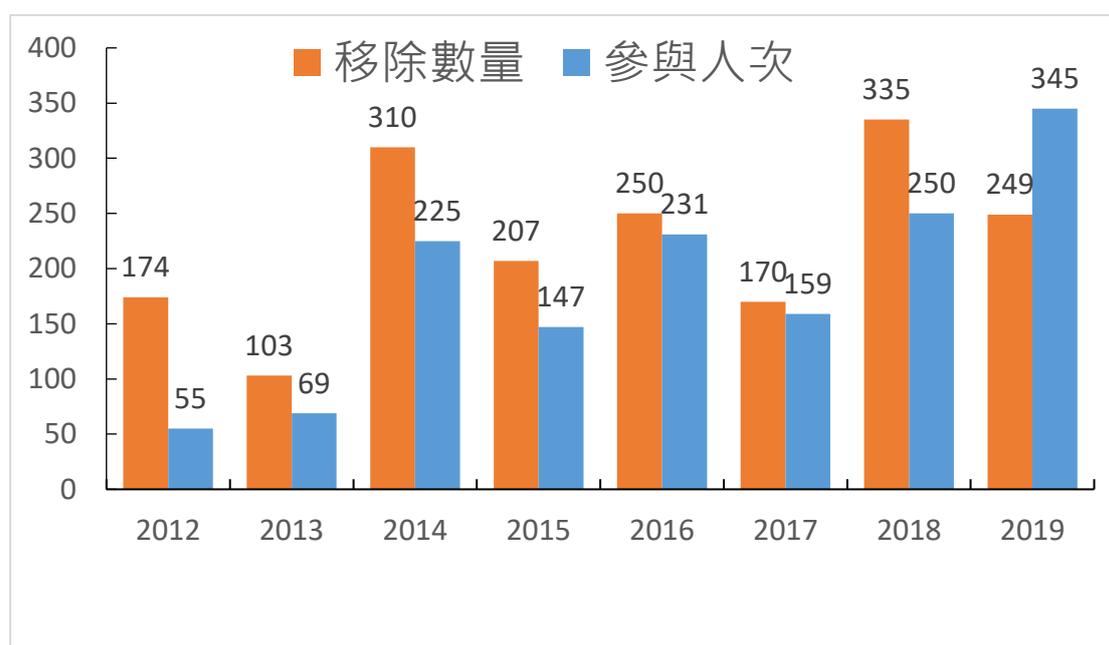


圖 12、田尾鄉田尾國小及蕙洋園 2012-2019 年間斑腿樹蛙移除總數與參與人數

### 七.志工團隊自行斑腿樹蛙移除成效

今年度自主移除的斑腿樹蛙數量總計 6167 隻，其中包括雄蛙 2536 隻、雌蛙 529 隻、幼體 443 隻、無法辨認的成蛙 225 隻，以及卵塊 77 個。自行進行移除的團隊共計 19 個(表 7)，其中主要以台北動物園卻斑大隊(2270)、南港可樂蛙(933)以及東華大學兩棲類保育研究室(862)為移除數量前三多。跟 2018 年度相比，發現移除數量較去年少，但仍然移除超過 6000 隻的斑腿樹蛙，對於斑腿樹蛙的控制是具有幫助的。

表 8、各團隊自行移除數量

團隊名稱	移除隻數
臺北動物園卻斑行動大隊	2270
南港可樂蛙	933
關渡自然公園蛙蛙小組	451
宜蘭李佳翰團隊	360
鹹菜甕蛙蛙	510
東華大學兩棲類保育研究室	862
深坑大頭蛙	190
富陽	197
峯蛙調	25
MusicFrogs	31
TNRS 團隊	56
芝山蛙蛙調查小組	58
彰化蛙蛙蛙團隊	50
士林官邸生態園	19
台中烏榕頭團隊	10
古池水音	20
新竹蛙保	51
台北小雨蛙	34
跳跳蛙調查團	40

## 八. 斑腿樹蛙族群遺傳

根據粒線體 COI 序列重建親緣關係樹的結果，在我們親自採集的樣本中，近年於臺灣平地、馬祖、金門、大陸的福建(Pm90087, Pm90088)所採集的樣本皆為斑腿樹蛙；自雲南的樣本皆為凹頂樹蛙(附錄四)。親緣關係分析顯示斑腿樹蛙分成三支系(Clade I、II、III)(圖 1、附錄四)，Clade I 為來自臺灣雲林、彰化、台中、馬祖的南北竿、金門的樣本，包括 NCBI 資料庫中大陸福建和廣西的序列樣本，支系內遺傳距離 0.0013；Clade II 為來自臺灣新北市的樣本，包括 NCBI 資料庫中柬埔寨及泰國的序列樣本，支系內遺傳距離 0.0144。Clade III 為來自臺灣桃園市的樣本，包括 NCBI 資料庫中大陸廣東和廣西以及越南的序列樣本，支系內遺傳距離 0.0018(圖 1、附錄四)。且三支系間的基因遺傳距離皆低(介於 0.0431-0.0595)，小於與其他種間的遺傳差異，應屬於種內遺傳距離(表 9)。

粒線體 DNA COI 序列的單倍基因型網狀圖顯示，單倍基因型間核苷酸差異小，且主要單倍基因型量多，支持近期入侵事件。Clade I 顯示雲林、彰化、台中的斑腿樹蛙可能來自馬祖、金門或大陸的福建與廣西；Clade II 顯示桃園的樣本可能來自大陸或越南；Clade III 顯示新北市的樣本可能來自泰國或東南亞地區(圖 2)。由目前的結果來看，台灣的斑腿樹蛙應是近期入侵，且可能有多個(3 個)不同的入侵起源地。

表9、斑腿樹蛙粒線體DNA COI 基因遺傳距離分析表

	<i>P. megacephalus</i>					within clade	within species
	clade_I	clade_II	clade_III	<i>P. impresus</i>	<i>P. braueri</i>		
<i>P. megacephalus</i> _clade_I						0.0013	
<i>P. megacephalus</i> _clade_II	0.0431					0.0144	0.0269
<i>P. megacephalus</i> _clade_III	0.0462	0.0595				0.0018	
<i>P. impresus</i>	0.1222	0.1261	0.1135				0.0020
<i>P. braueri</i>	0.1920	0.2034	0.1975	0.2393			0.0561

*Pseudophilautus kani*

(outgroup)

0.4163 0.4026 0.4150 0.4191 0.4162

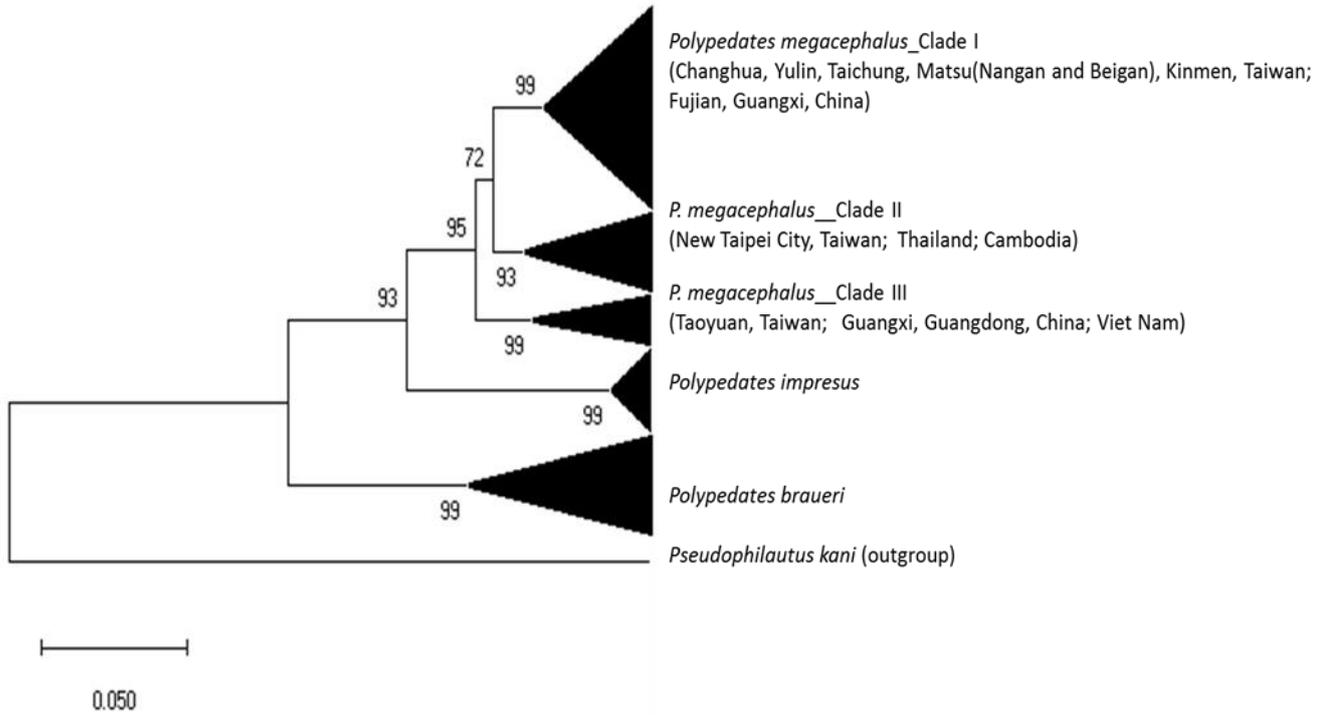


圖 13. 利用 COI 序列重建 3 個泛樹蛙屬物種的親緣關係樹，分支節點數字為 bootstrap 值(支持程度)。

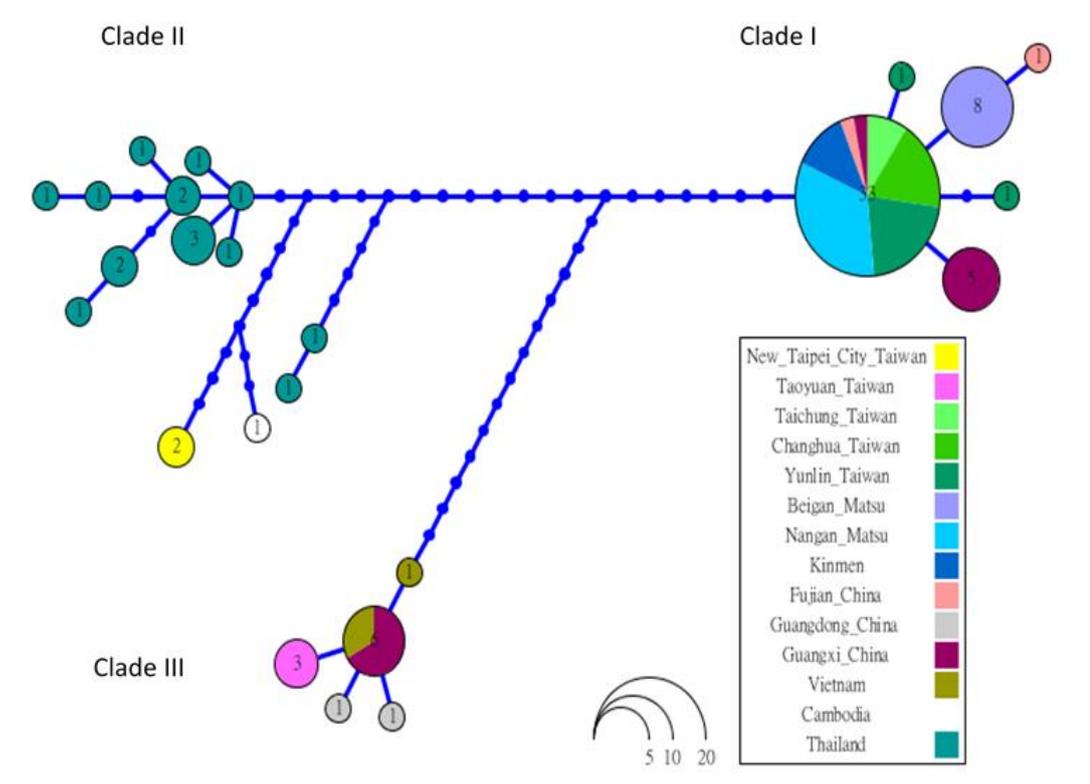


圖 14.斑腿樹蛙 COI 序列單倍基因型網狀分析。

## 九. 建議方法測試結果

### (一)16%檸檬酸法測試

#### 1. 實驗組

在實驗室中測試了各種體型下斑腿樹蛙被噴灑 16%檸檬酸時的反應，實驗結果發現檸檬酸對斑腿樹蛙的影響會隨著個體的體型的不同而產生改變，當個體體型在 6cm 以下，噴灑 1cc 的檸檬酸可以在 1 分鐘內使斑腿樹蛙失去行動能力，而在 6cm 以上時則要 3cc 才會使其在 1 分鐘內失去行動能力，在實驗中所有的斑腿樹蛙皆在噴灑後的 1 小時內死亡，在本次實驗中發現噴灑檸檬酸除了會造成牠們完全失去抵抗或是行動的能力外，若噴灑到眼睛也可能會導致眼睛永久性的傷害而降低該個體的捕食能力，另外在被噴灑過檸檬酸後即使該個體立刻被放入水中也無法緩解檸檬酸的效果。

#### 2. 野外組

宜蘭的李佳翰團隊和東華大學的兩棲類研究室在進行斑腿樹蛙移除活動時，曾使用了噴霧式的噴槍來對發現的斑腿樹蛙進行噴灑，結果發現斑腿樹蛙被噴灑後會快速地逃離原本的活動區域並失去蹤跡，推測這與使用的噴槍為噴霧式有關，因此無法對斑腿樹蛙噴灑到可以使其失去活動能力的劑量。

### (二)水桶陷阱與聲音引誘之成果

關渡自然公園蛙蛙小組團隊測試了水桶陷阱，但效果不是很好。不過我們在進行移除工作時發現過去許多斑腿樹蛙都會在農田裡的蓄水桶中產卵，但因為都在私有地裡無法進入移除，然而由於近兩年登革熱疫情的影響，許多私有農地為了防止蚊蟲的孳生會在蓄水桶等暫時性積水容器上加蓋或是加網，這導致斑腿樹蛙的繁殖場所減少，使斑腿樹蛙的數量和分布有可能得到抑制。

彰化烏會團隊則測試了聲音陷阱，在進行移除工作時測試用喇叭撥放斑腿樹蛙的鳴叫聲來測試引出雌蛙的效果，但目前效果似乎有限，與平常移除時並沒有明顯的差別。

## 十. 保育桌遊工作坊辦理結果與討論

本次參加「108 年度青蛙保育桌遊設計志工增能工作坊」課程的學員人數共計 25 位、工作人員計 10 位。其中，以男性學員出席參加課程的人數為 56.5% 比例居多，並且大部分學員來自兩棲保育志工身分報名參加的人數為最高(比例為 39.1%)，其次是學校教師身分(比例為 30.4%)，次為國中小學身分之學生群(比例為 13%)；而出席學習的學員群年紀，則是以 50-60 歲之間的中年學員群比例最高(為 34.8%)，其次是壯年歲數(30-50 歲)的學員群(比例為 26.1%)，次為 20-30 歲之青年學員群(比例為 13%)。顯示「青蛙保育桌遊設計」之課題，確實引

起有長期投入於兩棲保育志工群與服務於學校的教師們，願意前來學習與瞭的興趣。

在本次舉辦增能工作坊課程結束後學員們回饋學習情形，經發出 35 份回饋問卷單後，並收集到有效填寫的份數共計 23 份。對於本次課程安排滿意程度情形如表 10 所示。

表 10. 課程滿意度調查結果(數字表示百分比)

	非常滿意	滿意	尚可	不滿意	非常不滿意
1.當桌遊遇見環境教育	82	13	5	0	0
2.運用桌遊卡牌分組	83	17	0	0	0
3.環境桌遊來體驗	78	18	4	0	0
4.「養蛙達人 FrogHome 生態桌遊」體驗	74	26	0	0	0
5.創意思考大改造	78	18	0	4	0
6.「養蛙達人 FrogHome 生態桌遊」精進版體驗	74	22	4	0	0

從表 10 之各項提問結果顯示，學員們對於本次增能工作坊課程所安排的「當桌遊遇見環境教育」、「運用桌遊卡牌分組」、「環境桌遊來體驗」、「養蛙達人 FrogHome 生態桌遊」體驗、「創意思考大改造」、「養蛙達人 FrogHome 生態桌遊」精進版體驗」等內容，在「非常滿意」程度上的比例相當多且高，顯示學員們非常肯定了這次增能工作坊課程的舉辦。

而對於本次增能工作坊舉辦是否有助益學員們在環境教育的學習內涵與未來教學策略的應用程度，從圖 15 及圖 16 之調查結果整理顯示，學員們在這次工作坊的課程學習收穫，有助益他們更深瞭解環境教育的教學內涵與相關桌遊設計內容，並在未來教學策略上，更是幫助他們更多發想的空間與實務操作進行。

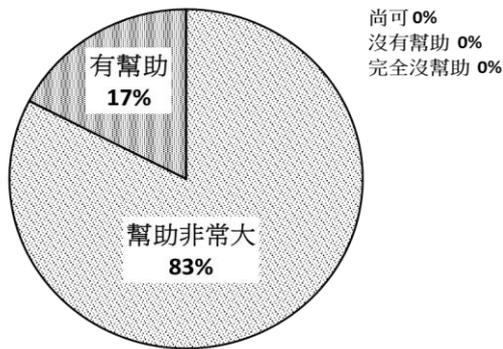


圖 15、工作坊對了解環境教育之教學內涵之幫助情況

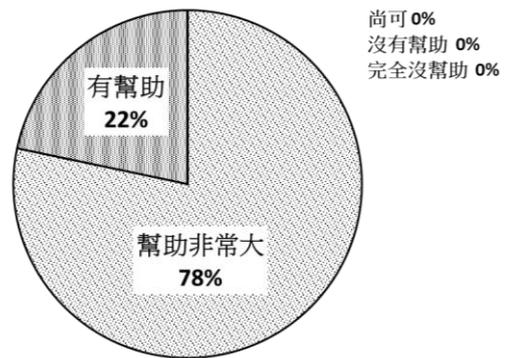


圖 16、工作坊對了解相關桌遊設計與未來可能的教學策略之幫助情況

對於本次增能工作坊舉辦活動成果之建議，亦有許多位參與學員提供寶貴意見，可作為未來持續辦理增能課程提升品質的參考。因此，相關建議彙整如以下 3 點：

- (1).第一次聽桌遊設計，非常有趣，期待我們志工們能設計出一款蛙類保育的桌遊！
- (2).可以舉辦兩天課程，並直接有機會能有產出教育，以及有機會可以試玩與修正。
- (3).桌遊改寫不要受限主題比較好，尤其是組員設計不出來時，有講師或助教在一旁引導協助會更有效率。

根據工作坊學員的回饋，楊雅雯老師在 11 月完成了青蛙樂園 Frog home 桌遊，如圖 17 所示，並寄給每個志工團隊，以鼓勵志工團隊利用桌遊進行外來種蛙類控制宣導教育。



圖 17、青蛙樂園 Frog home 桌遊

## 伍、 結論與建議

本研究結果顯示斑腿樹蛙仍在擴散中，全台高達18個縣市已確認族群分布，與2018年相比新增新竹市，由於斑腿樹蛙已經廣泛分布於大多數的縣市因此在完全移除上的可能已經微乎其微，但在未來仍需要持續進行追蹤，並注意各縣市的新舊族群。

入侵種控制有四個重要的階段(圖18)。第一階段是預防，避免入侵；第二階段是趁著剛入侵、族群量較低時，全面予以根除，並提高大眾的警覺性；第三階段是族群已快速增加及擴散，無法根除，需採取圍堵策略，避免進一步擴散；第四階段是族群量已然龐大到無法根除及圍堵，必須思考如何進行長期的經營管理，評估保護措施。隨著時間階段的演進，擴散範圍越廣，所需付出的控制代價也會越高。

綜合歷年的調查資料，繪製台灣地區斑腿樹蛙的入侵擴散過程(圖18)。2006年剛發現，分布點侷限族群量不高，應該可以全面移除，屬於第二階段可根除期，但礙於無法確認是否為外來入侵種，沒有立即採取移除措施。2010年發現從中部

擴散到北部，並在2011年確認為斑腿樹蛙外來入侵種，引起大眾覺知，並開始進行移除控制。但因為斑腿樹蛙繁殖力高、適應力強，族群快速增長，此時已經無法完全根除，從2012年進入控制第三階段以圍堵為主。而從2018年開始，全台除了花東以外，各縣市都有斑腿樹蛙分布，控制進入第四階段長期管理期。

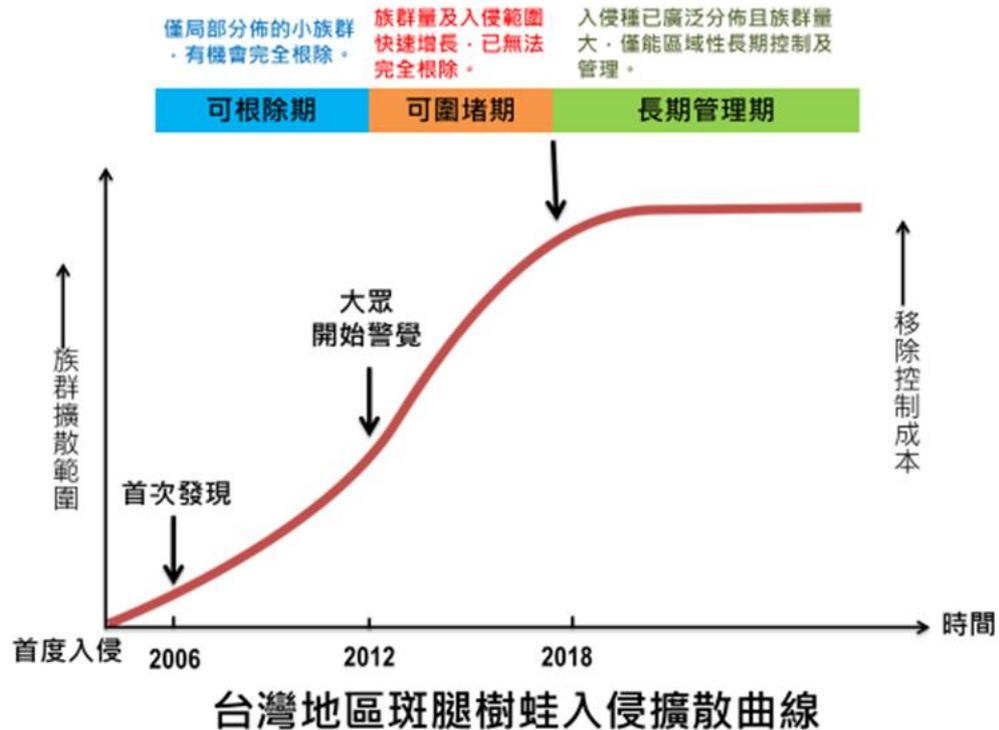


圖18、台灣地區斑腿樹蛙入侵擴散曲線

為能達到長期的分布監測，從2018年開始，調查以志工團隊為主，通報為輔。2019年規劃的112個監測樣點，有63個樣點已經納入每季調查一次的固定樣區，另有38個樣點在鄰近20公里內有通報紀錄，共計101個樣點達成監測，此結果已經可以反應出斑腿樹蛙在台灣分布情況。建議未來持續利用兩棲類調查志工在固定樣區協助監測，並維護臉書及iNaturalist的通報系統，以達長期監測斑腿樹蛙族群分布情況。

在進行定期移除活動的樣點，如八里挖仔尾、鶯歌碧龍宮、臺中都會公園及彰化田尾國小與蕙洋園，斑腿樹蛙的比率跟去年相似。台中都會公園、鶯歌碧龍宮及八里挖仔尾連續兩年一季調查一次的成果和每月調查一次的成果相似，也能達到控制成效。今年志工團隊自行移除6167隻斑腿樹蛙，移除數量較2018年略少，

但數量依然可觀，可見志工團隊持續控制斑腿樹蛙的族群數量是可行的方式。也建議志工團隊在進行自行移除的時候，針對樣點內的一些水域加強移除，藉以破壞棲地的連結度，進而減緩斑腿樹蛙的擴散。

今年有些團隊測試建議的移除方法，雖然效果有限，但值得持續推廣應用。在使用檸檬酸上，由於檸檬酸也可能會對本土的蛙類造成傷害，因此在使用上建議適量且精確地使用；另外由於目前使用的噴槍是噴霧式，不容易對斑腿樹蛙噴灑到足夠的劑量，因此建議將噴槍的噴頭換成集中型。移除環境中適合斑腿樹蛙棲息及繁殖的場所，也有助於減少斑腿樹蛙的分布範圍；建議定期修剪有利斑腿樹蛙躲藏的濃密灌叢，清除有利斑腿數蛙繁殖的水桶。

日本近幾年非常重視外來種兩棲爬行動物監測與控制，並由政府主導控制策略，以分布於島嶼的外來種兩棲爬行類為優先控制對象，採取物理及化學等多重方式移除外來種，控制成效逐漸呈現，例如2019年10月宣布已經成功將西表島白領樹蛙(*Polypedates leucomystax*)全面移除，運用的方法包括聲音加水桶誘引、在事先移走原生種的封閉型水域投氣、白天及晚上大量噴灑檸檬酸、圍籬阻隔、夜間人工捕捉成體、白天移除卵及蝌蚪、排乾繁殖水域等方式，在繁殖期每星期聘僱兩人執行此措施兩天等方式。日本和台灣相距不遠，尤其琉球群島的地理位置及氣候條件都和台灣相似，雙方也有頻繁的商業貿易，分布於台灣的外來種，也可能成為日本的外來種，例如斑腿樹蛙、沙氏變色蜥等，因此中日雙方應該加強合作監控外來種兩棲爬蟲動物。

## 陸、 參考文獻

- 吳和瑾、林春富、葉大詮、與呂光洋。2010。圈養狀況下之斑腿樹蛙生活史。台灣生物多樣性研究。12:177-186。
- 呂光洋、陳添喜、高善、孫承矩、朱哲民、蔡添順、何一先、鄭振寬。1996。臺灣野生動物調查—兩棲動物資源調查手冊。行政院農業委員會。
- 楊懿如、陳建志、龔文斌、陳立瑜、李承恩。2013。外來種斑腿樹蛙控制與監測計畫。行政院農業委員會林務局。
- 楊懿如、陳怡惠、陳建志、秦健瑋、張哲毓、陳立瑜、龔文斌。2014。外來種斑腿樹蛙控制與監測計畫。行政院農業委員會林務局。
- 楊懿如、陳怡惠、林湧倫、龔文斌、吳忠慧、謝凱傑。2015。外來種斑腿樹蛙控制與監測計畫。行政院農業委員會林務局。
- 楊懿如、陳怡惠、龔文斌、林湧倫、謝凱傑、劉家瑞。2016。外來種斑腿樹蛙控制與監測計畫。
- 楊懿如、陳怡惠、龔文斌、林湧倫、謝凱傑、劉家瑞。2017。外來種斑腿樹蛙控制與監測計畫。
- 楊懿如、陳怡惠、龔文斌、林湧倫、謝凱傑、劉家瑞。2018。外來種斑腿樹蛙控制與監測計畫。
- 楊懿如、龔文斌。2014。臺灣地區斑腿樹蛙族群分布探討。台灣生物多樣性研究 16: 21-32。
- 張哲毓。2015。臺中都會公園外來種斑腿樹蛙移動與棲地利用。國立東華大學自然資源與環境學系。
- 謝凱傑。2018。陽明山國家公園管理處。利用微衛星DNA探討斑腿樹蛙在臺灣的族群遺傳結構，東華大學自然資源與環境學系碩士論文。
- Austin JD, Loughheed SC, & Boag PT. 2004. Discordant temporal and geographic patterns in maternal lineages of eastern north American frogs, *Rana catesbeiana* (Ranidae) and *Pseudacris crucifer* (Hylidae). *Molecular*

- Phylogenetics and Evolution, 32(3), 799-816.
- Bai, C, Z. Ke, S. Consuegra, X. Liu, Y. Li. 2012. The role of founder effects on the genetic structure of the invasive bullfrog (*Lithobates catesbeianus*) in China. *Biological Invasions* 14:1785-1796
- Beard, K. H., A. K. Eschtruth, K. A. Vogt, D. J. Vogt, and F. N. Scatena. 2003. The effects of the frog *Eleutherodactylus coqui* on invertebrates and ecosystem processes at two scales in the Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico. *Journal of Tropical Ecology* 19: 607-617
- Beachy, J. R., Neville, R., and Arnott, C. 2011. Successful control of an incipient invasive amphibian: *Eleutherodactylus coqui* on O‘ahu, Hawai‘i. *Island invasives: eradication and management*. 140-147
- Broquet, T., L. Berset-Braendli, G. Emaresi, L. Fumagalli. 2007. Buccal swabs allow efficient and reliable microsatellite genotyping in amphibians. *Conservation Genetics* 8:509-511
- Callen, S.T., and A.J. Miller. 2015. Signatures of niche conservatism and niche shift in the North American kudzu (*Pueraria montana*) invasion. *Diversity and Distributions* 21:853-863
- Campbell, E. W. 2001a. Dermal toxicity of selected agricultural pesticides, pharmaceutical products, and household chemicals to introduced
- Campbell, E. W. 2001b. Field efficacy trials of the directed spray application of caffeine solutions for controlling introduced *Eleutherodactylus* frog in floriculture and nursery crops in Hawaii. Report submitted to the Hawaii Department of Agriculture and the USDI - Fish and Wildlife Service.
- Clement M, Posada D, & Crandall KA. 2000. TCS: a computer program to estimate gene genealogies. *Molecular Ecology*, 9(10), 1657-1659.
- Escoriza, D.,D. Boix. 2014. Reproductive habitat selection in alien and native populations of the genus *Discoglossus*. *Acta Oecologica* 59:97-103
- Escoriza, D.,J.B. Hassine,D. Boix. 2014. Factors regulating the invasive success of an alien frog: a comparison of the ecology of the native and alien populations. *Hydrobiologia* 730:127-138
- Excoffier L, Smouse P.E., & Quattro J.M. 1992. Analysis of molecular variance inferred from metric distances among DNA haplotypes: application to human mitochondrial DNA restriction data. *Genetics*, 131.
- Ficetola, G.F.,A. Bonin,C. Miaud. 2008. Population genetics reveals origin and number

- of founders in a biological invasion. *Molecular Ecology* 17:773-782
- Grafe, T.U.,M.M. Stewart,K.P. Lampert,M-O. Rödel. 2011. Putting toe clipping into perspective: a viable method for marking anurans. *Journal of Herpetology* 45:28-35
- Kolbe, J.J.,R.E. Glor,L.R. Schettino,A.C. Lara,A. Larson, J.B. Losos. 2004. Genetic variation increases during biological invasion by a Cuban lizard. *Nature* 431:177-181
- Kolbe, J.J.,A. Larson,J.B. Losos,K. de Queiroz. 2008. Admixture determines genetic diversity and population differentiation in the biological invasion of a lizard species. *Biology Letters* 4:434-437
- Kraus, F., Campbell, E. W., Allison, A. and Pratt, T. 1999. *Eleutherodactylus* frog introductions to Hawaii. *Herpetological Review* 30(1)
- Kraus, F. and Campbell, E.W. (2002) Human-mediated escalation of a formerly eradicable problem: the invasion of Caribbean frogs in the Hawaiian Islands. *Biological Invasions*, 4, 327–332.
- Kumar S, Stecher G, Li M, Knyaz C, and Tamura K. 2018. MEGA X: Molecular Evolutionary Genetics Analysis across computing platforms. *Molecular Biology and Evolution* 35:1547-1549.
- Kumar, S., G. Stecher, and K. Tamura. 2016. MEGA7: molecular evolutionary genetics analysis version 7.0 for bigger datasets. *Molecular Biology and Evolution*. 33: 1870-1874.
- Kuraishi, N.,M. Matsui,H. Ota .2009. Estimation of the Origin of Polypedates leucomystax (Amphibia: Anura: Rhacophoridae) Introduced to the Ryukyu Archipelago, Japan. *Pacific Science* 63:317-325
- Kuraishi, N.,M. Matsui,H. Ota,S. Chen. 2011. Specific separation of Polypedates braueri (Vogt, 1911) from P. megacephalus (Hallowell, 1861) (Amphibia: Anura: Rhacophoridae). *Zootaxa* 2744:53-61
- Lindholm, A.K., Breden F., Alexander H.J., Chan W.K., Thakurta S.G., Brooks R. 2005. Invasion success and genetic diversity of introduced populations of guppies *Poecilia reticulata* in Australia. *Molecular Ecology* 14:3671-3682
- Lobos, G.,M.A. Mendez,P. Cattán,F. Jaksic. 2014. Low genetic diversity of the successful invasive African clawed frog *Xenopus laevis* (Pipidae) in Chile. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 49:50-60
- Nieminen, M.,M.C. Singer,W. Fortelius,K. Schöps,I. Hanski. 2001. Experimental

- confirmation that inbreeding depression increases extinction risk in butterfly populations. *The American Naturalist* 157:237-244.
- Peacock M.M., Beard K.H., O'Neill E.M., Kirchoff V.S., & Peters M.B. 2009. Strong founder effects and low genetic diversity in introduced populations of Coqui frogs. *Mol Ecol*, 18(17), 3603-3615.
- Pitt, W. C., and Sin, H. (2004a). Field efficacy and invertebrate non-target hazard assessment of citric acid spray application for control of introduced *Eleutherodactylus* frogs in Hawaii. Report no. QA-1048. USDA/APHIS/WS/NWRC, Hilo, Hawaii.
- Pitt, W. C., and Sin, H. (2004b). Testing citric acid use on plants. Landscape Hawaii, July/August 5.
- Pitt, W. C., and Sin, H. (2004c). Dermal toxicity of citric acid based pesticides to introduced *Eleutherodactylus* frogs in Hawaii. Report no. QA-992. USDA/APHIS/WS/NWRC, Hilo, Hawaii.
- Radford, A. 2007. Coqui frog research and management efforts in Hawaii. USDA National Wildlife Research Center Symposia, 2007.
- Rödger, D and Lötters S. 2009. Niche shift versus niche conservatism? Climatic characteristics of the native and invasive ranges of the Mediterranean house gecko (*Hemidactylus turcicus*). *Global Ecology and Biogeography* 18:674-687
- Sakai, A. K., F. W. Allendorf, J. S. Holt, D. M. Lodge, J. Molofsky, K. A. With, S. Baughman, R. J. Cabin, J. E. Cohen, N. C. Ellstrand, D. E. McCauley, P. O'Neil, I. M. Parker, and J. N. Thompson. 2001. The population biology of invasive species. *Annual Review of Ecology and Systematics* 32:305-332.
- Salzburger, W., G.B. Ewing, and A. Von Haeseler. 2011. The performance of phylogenetic algorithms in estimating haplotype genealogies with migration. *Molecular Ecology* 20: 1952-1963.
- Schwarzkopf, L., & Alford, R. A. (2006, June). Increasing the effectiveness of toad traps: olfactory and acoustic attractants. In *Proceedings of the IA-*

CRC/CSIRO/QLD NRM&W Cane Toad Workshop.

- Sax,D.F.,J.J. Stachowicz,J.H. Brown,J.F. Bruno,M.N. Dawson,S.D. Gaines,R.K.Grosberg,A. Hastings,R.D. Holt,M.M. Mayfield. 2007. Ecological and evolutionary insights from species invasions. *Trends in Ecology & Evolution* 22:465-471
- Templeton AR. 2008. Nested clade analysis: an extensively validated method for strong phylogeographic inference. *Molecular Ecology*, 17(8), 1877-1880.
- Tsutsui, N.D.,A.V. Suarez,D.A. Holway,T.J. Case. 2000. Reduced genetic variation and the success of an invasive species. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States America* 97:5948-5953
- Usio, N.,N. Azuma,E.R. Larson,C.L. Abbott,J.D. Olden,H. Akanuma,K. Takamura,N. Takamura. 2016. Phylogeographic insights into the invasion history and secondary spread of the signal crayfish in Japan. *Ecology and Evolution* 6:5366-5382
- Vellend, M.,L.J. Harmon,J.L. Lockwood,M.M. Mayfield,A.R. Hughes,J.P. Wares, D.F. Sax. 2007. Effects of exotic species on evolutionary diversification. *Trends Ecology Evolution* 22:481-8

附錄 一、2019 年斑腿樹蛙 112 個監測點

縣市	樣點名	認養團隊	緯度	經度	型態
台北市	雙溪國小校園稻田	兩棲保育研究室	25.10604	121.564	斑腿樹蛙監測
台北市	至善路三段 7 巷	兩棲保育研究室	25.11312	121.5625	斑腿樹蛙監測
新北市	三芝區芝蘭路 62 號	兩棲保育研究室	25.24385	121.4622	斑腿樹蛙監測
新北市	淡水區秀水路(開心農場旁邊)	兩棲保育研究室	25.15393	121.4874	斑腿樹蛙監測
新北市	直潭國小側門附近私人菜園	兩棲保育研究室	24.93796	121.5308	斑腿樹蛙監測
新北市	石門區七股小坑路	兩棲保育研究室	25.2682	121.548	斑腿樹蛙監測
桃園市	中壢區山東里青埔附近	兩棲保育研究室	25.02515	121.1523	斑腿樹蛙監測
桃園市	平鎮市長安路 168 號	兩棲保育研究室	24.95251	121.1941	斑腿樹蛙監測
新竹縣	東區高峰路 439 巷何家園餐廳	新竹蛙保	24.77871	120.9828	斑腿樹蛙監測
新竹縣	南寮漁港運動公園	新竹荒野團隊	24.84425	120.9253	斑腿樹蛙監測
新竹縣	竹東河濱公園榮民醫院端	鹹菜甕蛙蛙	24.72247	121.1018	斑腿樹蛙監測
新竹縣	新豐鄉 中崙村 4 鄰 156 之 1 號	鹹菜甕蛙蛙	24.89636	121.0041	斑腿樹蛙監測
苗栗縣	苑裡鎮泰田里	峯蛙調	24.3872	120.698	斑腿樹蛙監測
苗栗縣	苑裡鎮 德行路	峯蛙調	24.4157	120.681	斑腿樹蛙監測
苗栗縣	苗栗線楓樹窩石虎米	苗栗縣自然生態協會	24.4934	120.738	斑腿樹蛙監測
苗栗縣	西湖國中	苗栗縣自然生態協會	24.5658	120.756	斑腿樹蛙監測
台中市	中興大學	中興大學	24.12087	120.6741	斑腿樹蛙監測
台中市	台中文創園區	中興大學	24.13332	120.6808	斑腿樹蛙監測
台中市	大甲區幸福里	峯蛙調	24.38299	120.6686	斑腿樹蛙監測
南投縣	特生中心生態園區	嘉義大學	23.82835	120.8012	斑腿樹蛙監測
南投縣	黃清松的巴西蘑菇栽培場	兩棲保育研究室	23.9804	120.965	斑腿樹蛙監測

附錄 一、2019 年斑腿樹蛙 112 個監測點(續)

彰化縣	鹿港鎮詔安里竹圍巷	彰化蛙蛙蛙	24.0799	120.456	斑腿樹蛙監測
雲林縣	福爾摩沙高速公路附近	台灣永續聯盟	23.6943	120.6	斑腿樹蛙監測
雲林縣	麥寮鄉新吉村吉安宮北方	台灣永續聯盟	23.8074	120.2768	斑腿樹蛙監測
雲林縣	麥寮鄉興華國小南方 156 縣道	台灣永續聯盟	23.75848	120.2883	斑腿樹蛙監測
嘉義市	仁義高中與忠義堤防道路	諸羅小隊	23.45939	120.4866	斑腿樹蛙監測
嘉義市	香湖公園	諸羅小隊	23.49255	120.4452	斑腿樹蛙監測
嘉義縣	大埔鄉曾文水庫	嘉義大學	23.2481	120.532	斑腿樹蛙監測
嘉義縣	凍子嶺 159 甲	嘉義大學	23.4598	120.605	斑腿樹蛙監測
台北市	關渡自然公園	關渡蛙蛙小組	25.11916	121.4705	斑腿樹蛙監測
新北市	4-2 蘆堤幸福菜園	台北快樂蛙	25.09429	121.4857	斑腿樹蛙監測
新北市	南勢街	兩棲保育研究室	25.0793	121.356	斑腿樹蛙監測
新北市	泉州街 2	台北牡丹心	25.0973	121.294	斑腿樹蛙監測
桃園市	忠孝路(紅)	兩棲保育研究室	25.0669	121.375	斑腿樹蛙監測
桃園市	五青路 2	兩棲保育研究室	25.02161	121.2346	斑腿樹蛙監測
桃園市	石園路	兩棲保育研究室	24.86756	121.2548	斑腿樹蛙監測
桃園市	好時節農場	兩棲保育研究室	24.87887	121.2933	斑腿樹蛙監測
桃園市	桃一 9	兩棲保育研究室	24.93044	121.1834	斑腿樹蛙監測
桃園市	桃三 7	兩棲保育研究室	24.93982	121.3012	斑腿樹蛙監測
桃園市	桃中壠 17	兩棲保育研究室	25.00939	121.2849	斑腿樹蛙監測
桃園市	桃園溼地復旦路 5.1	兩棲保育研究室	24.94031	121.1756	斑腿樹蛙監測
桃園市	福源山步道	兩棲保育研究室	24.98407	121.353	斑腿樹蛙監測
桃園市	外社(紅)	兩棲類保育研究室	24.077457	121.305441	斑腿樹蛙監測

附錄一、2019年斑腿樹蛙112個監測點(續)

台中市	中興街2	MusicFrogs	24.2079	120.801	斑腿樹蛙監測
台中市	新社區沐心泉餐飲區	MusicFrogs	24.1495	120.848	斑腿樹蛙監測
台中市	梧棲林宅	兩棲保育研究室	24.2318	120.531	斑腿樹蛙監測
彰化縣	大同12街	彰化蛙蛙蛙	23.9598	120.474	斑腿樹蛙監測
彰化縣	前溪底	彰化鳥會	23.83503	120.5195	斑腿樹蛙監測
彰化縣	員林紅1B	彰化鳥會	23.96062	120.5553	斑腿樹蛙監測
彰化縣	溪湖鎮肉品市場	彰化蛙蛙蛙	23.95447	120.4558	斑腿樹蛙監測
彰化縣	彰27B	彰化鳥會	23.85267	120.5157	斑腿樹蛙監測
彰化縣	彰36A	彰化鳥會	23.90234	120.5	斑腿樹蛙監測
彰化縣	彰42A	彰化鳥會	23.88313	120.4864	斑腿樹蛙監測
彰化縣	民生路蕙洋園	彰化鳥會	23.907	120.528	斑腿樹蛙監測
雲林縣	斗六工業區	台灣永續聯盟	23.721	120.501	斑腿樹蛙監測
雲林縣	西螺大橋1	台灣永續聯盟	23.8074	120.461	斑腿樹蛙監測
雲林縣	西螺大橋2	台灣永續聯盟	23.802	120.467	斑腿樹蛙監測
雲林縣	溪州國小附近的漢記公園	台灣永續聯盟	23.7413	120.556	斑腿樹蛙監測
雲林縣	新厝公園	兩棲保育研究室	23.7097	120.283	斑腿樹蛙監測
台北市	明德宮杏花林	台北小雨蛙	24.97	121.5788	斑腿布氏共域
台北市	明興里生態區	明興社區	24.99178	121.5641	斑腿布氏共域
台北市	草湳	關渡蛙蛙小組	24.96798	121.6079	斑腿布氏共域
台北市	富陽公園	富陽	25.01686	121.5573	斑腿布氏共域
台北市	樟樹步道水田	台北小雨蛙	24.96715	121.5836	斑腿布氏共域
台北市	貓空茶園	台北小雨蛙	24.96636	121.5838	斑腿布氏共域

附錄 一、2019 年斑腿樹蛙監測點(續)

台北市	台北市立動物園	動物園卻斑行動	24.99793	121.5818	斑腿布氏共域
台北市	南港區山水綠生態公園	南港可樂蛙	25.02958	121.6219	斑腿布氏共域
台北市	天母水管路古道	天母呱呱蛙	25.13	121.54	斑腿布氏共域
新北市	土城彈藥庫	台北快樂蛙	24.96468	121.4467	斑腿布氏共域
新北市	山中湖 B	台北快樂蛙	24.95449	121.4668	斑腿布氏共域
新北市	介壽路一段 238 巷	青蛙小站	24.92917	121.3821	斑腿布氏共域
新北市	碧龍宮*	台北牡丹心	24.96259	121.3651	斑腿布氏共域
新北市	中和 11 工廠菜園	跳跳蛙團隊	24.98047	121.4728	斑腿布氏共域
新北市	向天湖	深坑大頭蛙	24.9888	121.6231	斑腿布氏共域
新北市	觀音山田埔巷 4	兩棲保育研究室	25.1255	121.443	斑腿布氏共域
桃園市	和美山步道	兩棲保育研究室	24.9489	121.5321	斑腿布氏共域
桃園市	石門路	台北快樂蛙	24.96348	121.4572	斑腿布氏共域
桃園市	石門路 B	台北快樂蛙	24.95882	121.4568	斑腿布氏共域
桃園市	承天路	兩棲保育研究室	24.9587	121.445	斑腿布氏共域
新竹縣	墾園農場	鹹菜甕蛙蛙	24.84492	121.0442	斑腿布氏共域
苗栗縣	西湖渡假村	TNRS	24.38964	120.7617	斑腿布氏共域
台中市	七分荒塘	TNRS	24.24799	120.7837	斑腿布氏共域
台中市	新社石岡 1	TNRS	24.2854	120.7913	斑腿布氏共域
台中市	新社石岡 2-3	TNRS	24.29286	120.8056	斑腿布氏共域
台中市	新社石岡 3	TNRS	24.29412	120.8101	斑腿布氏共域
台中市	新社石岡 16	TNRS	24.26092	120.7809	斑腿布氏共域

附錄 一、2019 年斑腿樹蛙監測點(續)

台中市	新社石岡 17	TNRS	24.26181	120.7904	斑腿布氏共域
台中市	新社石岡 18	TNRS	24.26195	120.7976	斑腿布氏共域
台中市	新社石岡 22	TNRS	24.24765	120.7954	斑腿布氏共域
台中市	新社石岡 25	兩棲保育研究室	24.23541	120.8185	斑腿布氏共域
台中市	新社石岡 26-2	TNRS	24.24569	120.7816	斑腿布氏共域
台中市	新社紅 3A	TNRS	24.29475	120.814	斑腿布氏共域
台中市	香菇之家	MusicFrogs	24.20794	120.8006	斑腿布氏共域
台中市	新社國小	台中鳥榕頭	24.24051	120.8099	斑腿布氏共域
台中市	興中街	MusicFrogs	24.22943	120.8034	斑腿布氏共域
台中市	中都 4A	中都美白去斑	24.211	120.587	斑腿布氏共域
台中市	中都 8A 牛頂頭	中都美白去斑	24.19767	120.5902	斑腿布氏共域
台中市	中都 8E 甘露寺	中都美白去斑	24.19397	120.597	斑腿布氏共域
台中市	牛烏攔溪生態池	TNRS	24.22473	120.7581	斑腿布氏共域
台中市	中正露營區	MusicFrogs	24.17397	120.7819	斑腿布氏共域
台中市	新社石岡 32-2	MusicFrogs	24.2299	120.795	斑腿布氏共域
彰化縣	八卦山 1	兩棲保育研究室	23.92317	120.6232	斑腿布氏共域
彰化縣	八卦山 2	兩棲保育研究室	23.92131	120.6217	斑腿布氏共域
彰化縣	八卦山 4	兩棲保育研究室	23.92126	120.6055	斑腿布氏共域
彰化縣	八卦山 5	兩棲保育研究室	23.9253	120.6186	斑腿布氏共域
彰化縣	八卦山蝴蝶園	彰化蛙蛙蛙團隊	24.02107	120.5978	斑腿布氏共域
彰化縣	寶藏寺後方	兩棲保育研究室	23.9992	120.626	斑腿布氏共域
屏東縣	大陸觀外圍 01	屏東縣野鳥學會	22.74418	120.6236	斑腿布氏共域

附錄 一、2019 年斑腿樹蛙監測點(續)

屏東縣	大陸觀外圍 07	屏東縣野鳥學會	22.74188	120.6383	斑腿布氏共域
屏東縣	賽嘉巷水溝	屏東縣野鳥學會	22.7255	120.6382	斑腿布氏共域
屏東縣	口社	屏東縣野鳥學會	22.76111	120.6407	斑腿布氏共域
宜蘭縣	淋漓坑	宜蘭李佳翰	24.64484	121.71	斑腿布氏共域

附錄二、「108年度青蛙保育桌遊設計志工增能工作坊」問卷

回饋問卷單

壹、填答者基本資料					
1.性別：	<input type="checkbox"/> 男； <input type="checkbox"/> 女				
2.身分別：	<input type="checkbox"/> 學校教師； <input type="checkbox"/> 國中小學生； <input type="checkbox"/> 兩棲保育志工； <input type="checkbox"/> 其他一般民眾； <input type="checkbox"/> 非上述之人士； <input type="checkbox"/> 東華大學行政團隊				
3.年紀：	<input type="checkbox"/> 20-30歲； <input type="checkbox"/> 30-40歲； <input type="checkbox"/> 40-50歲； <input type="checkbox"/> 50-60歲； <input type="checkbox"/> 60歲以上				
4.具備環境教育人員認證：	<input type="checkbox"/> 是； <input type="checkbox"/> 否				
貳、課程滿意度調查					
	非常滿意	滿意	尚可	不滿意	非常不滿意
1.對於薛怡珍老師「當桌遊遇見環境教育」內容滿意程度	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.對於薛怡珍老師「運用桌遊卡牌分組」內容滿意程度	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.對於薛怡珍老師「環境桌遊來體驗」內容的滿意程度	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.對於楊雅雯老師「「養蛙達人FrogHome生態桌遊」體驗」內容的滿意程度	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.對於薛怡珍老師「創意思考大改造」內容的滿意程度	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.對於楊雅雯老師「「養蛙達人FrogHome生態桌遊」精進版體驗」內容的滿意程度	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	幫助非常大	有幫助	尚可	沒幫助	完全沒幫助
7.此次工作坊是否有助於您了解環境教育之教學內涵？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.此次工作坊是否有助於您了解相關的桌遊設計與未來可能的教學策略？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 參、想法或建議

1. 您希望未來我們能辦理何種類型的研習或工作坊?(可複選)

- 食農教育；節能減碳與能源科技；生物多樣性；  
山野教育；環境教育課程與教學；海洋教育；  
氣候變遷與防災教育；濕地教育；水資源教育；  
環境學習中心；文化保存

2. 如果未來辦理相關研習或工作坊，您的建議或推薦講師。

3. 其他有關本次工作坊的具體建議。

## 課程精彩照片寫真紀錄



學員報到情景



薛怡珍老師進行「桌遊遇到環境教育」課程講說



薛怡珍老師進行「環境桌遊體驗」課程之演練示範



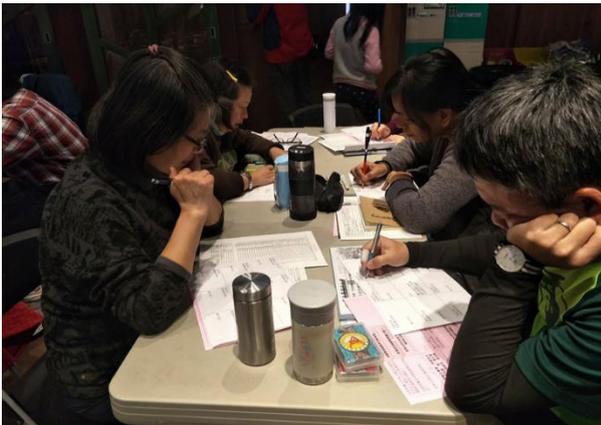
楊雅雯老師分享「養蛙達人FrogHome 生態桌遊」設計構想來源



楊雅雯老師分享「養蛙達人FrogHome 生態桌遊」體驗玩法



午餐時間，學員們自己打飯情景



學員們在九宮格表單裡進行「桌遊體驗的感受」填寫



各組學員共同討論對於「養蛙達人」這套生態桌遊設計的提升



各組在「養蛙達人」這套生態桌遊下進行琪進階版體驗遊戲



各組討論並寫下未來開發青蛙保育桌遊的面向內容



參與這次增能工作坊之學員群與講師大合照

### 附錄 三、2019 年斑腿樹蛙通報

序號	日期	縣市	通報方式	地點	通報內容
1	2月5日	台中市	iNaturalist	民德里	目視
2	2月11日	苗栗縣	iNaturalist	龍騰村	目視
3	2月12日	苗栗縣	iNaturalist	廣盛村	目視
4	2月25日	苗栗縣	iNaturalist	勝興村	目視
5	2月27日	苗栗縣	臉書通報	五穀國民小學	目視
6	3月2日	新竹縣	iNaturalist	興隆路三段 91 號	目視
7	3月4日	嘉義縣	臉書通報	社口村(嘉 132 鄉道)	目視
8	3月13日	新北市	iNaturalist	城林人工濕地	目視
9	3月16日	南投縣	iNaturalist	內埔路 77 號	目視
10	3月16日	台中市	iNaturalist	中和街三段國中巷 10 號	目視
11	3月16日	台中市	iNaturalist	北屯區	目視
12	3月17日	南投縣	iNaturalist	建國路 730 號	目視
13	3月21日	台中市	臉書通報	豐年里(有大片竹子)(座標:大源公園)	目視
14	3月22日	新竹縣	iNaturalist	中豐路二段 1-5 號	目視
15	3月23日	桃園市	臉書通報	中原大學設計學院設計合院	目視
16	3月27日	新竹市	臉書通報	何家園餐廳	目視
17	3月27日	台中市	臉書通報	牛埔附近水池	目視

18	3月29日	台中市	iNaturalist	中山路一段146巷8-12	目視
19	3月30日	台北市	臉書通報	國防醫學院醫澤園	目視
20	3月30日	台北市	臉書通報	劍南路	目視
21	3月30日	台北市	臉書通報	樟樹步道、樟湖步道	目視
<b>序號</b>	<b>日期</b>	<b>縣市</b>	<b>通報方式</b>	<b>地點</b>	<b>通報內容</b>
22	3月30日	新竹縣	iNaturalist	文德路一段570巷61弄	目視
23	3月31日	嘉義縣	臉書通報	嘉132鄉道	目視
24	4月2日	桃園市	iNaturalist	瑞坪路345巷	目視
25	4月2日	新竹市	iNaturalist	高峰路413巷13-3	目視
26	4月4日	桃園市	兩棲保育網	梅龍一街	目視
27	4月4日	新竹縣	臉書通報	南門坎下	目視
28	4月5日	南投縣	臉書通報	南投名間	目視
29	4月5日	新北市	iNaturalist	青龍嶺登山步道	目視
30	4月6日	雲林縣	iNaturalist	坪頂村	目視
31	4月8日	新竹縣	臉書通報	新竹關西	目視
32	4月9日	台北市	臉書通報	景美仙跡岩	目視
33	4月9日	台北市	iNaturalist	福州山公園	目視
34	4月10日	台北市	iNaturalist	富陽公園	目視
35	4月10日	基隆市	iNaturalist	綜合三館	目視
36	4月11日	新竹縣	臉書通報	文山路巧雅園藝	目視
37	4月12日	桃園市	臉書通報	秀才路楊梅國中秀才分校	目視
38	4月14日	桃園市	臉書通報	信義路789巷有雞料理	鳴叫
39	4月14日	新竹市	臉書通報	自家果園	目視
40	4月15日	彰化縣	臉書通報	山腳路78號	目視
41	4月16日	台中市	臉書通報	921地震教育園區	目視
42	4月18日	雲林縣	iNaturalist	三權路37巷19號	目視
43	4月20日	高雄市	E-Mail 通報	高雄大坪頂(高鳳工家後山)發現花狹口蛙、斑腿樹蛙	目視
44	4月20日	台中市	iNaturalist	沙田路一段854巷23號	目視
<b>序號</b>	<b>日期</b>	<b>縣市</b>	<b>通報方式</b>	<b>地點</b>	<b>通報內容</b>
45	4月20日	雲林縣	iNaturalist	湳仔村	目視
46	4月21日	台北市	臉書通報	集福宮	目視
47	4月21日	台北市	臉書通報	台大昆蟲館	目視
48	4月21日	台北市	iNaturalist	臥龍街195巷	目視
49	4月22日	新北市	臉書通報	員潭里中生路(銀河新村)	目視

50	4月22日	台中市	臉書通報	山田路長青巷26號(酒桶山-法蝶藝術廚房)	目視
51	4月22日	桃園市	臉書通報	桃園市立游泳池畔	目視
52	4月22日	彰化縣	iNaturalist	學府路168號	目視
53	4月24日	嘉義縣	iNaturalist	社口村	目視
54	4月26日	嘉義縣	iNaturalist	西區,文化路546號	目視
55	4月26日	嘉義縣	iNaturalist	香湖公園	目視
56	4月27日	台中市	iNaturalist	大肚山	目視
57	4月28日	新北市	臉書通報	淡水國民運動中心	目視
58	4月28日	新北市	臉書通報	思賢國小周圍	目視
59	4月28日	嘉義縣	iNaturalist	嘉131鄉道	目視
60	4月29日	嘉義縣	iNaturalist	嘉132鄉道	目視
61	4月29日	彰化縣	iNaturalist	光華路	目視
62	4月29日	嘉義縣	iNaturalist	香湖公園	目視
63	4月30日	彰化縣	iNaturalist	光華路	目視
64	5月1日	台北市	iNaturalist	忠誠路二段207巷	目視
65	5月4日	雲林縣	iNaturalist	坪頂村	目視
66	5月8日	彰化縣	iNaturalist	62鄉道	目視
67	5月11日	屏東縣	臉書通報	墾丁南灣遊憩區	目視
<b>序號</b>	<b>日期</b>	<b>縣市</b>	<b>通報方式</b>	<b>地點</b>	<b>通報內容</b>
68	5月12日	台北市	臉書通報	台北捷運信義安和站附近	目視
69	5月12日	台中市	臉書通報	三和國民小學	鳴叫
70	5月12日	台北市	臉書通報	台北市客家文化主題公園	目視
71	5月12日	台北市	臉書通報	公館古亭河濱公園	鳴叫
72	5月12日	台北市	臉書通報	公館河濱公園	目視
73	5月13日	南投市	臉書通報	南投市新興里(座標:華陽路土地公廟)	目視
74	5月13日	南投市	臉書通報	瑞田村(座標:詹園品田生態休閒農場)	目視
75	5月14日	台中市	臉書通報	潭雅神綠園道	目視
76	5月14日	台北市	臉書通報	士林官邸	鳴叫
77	5月14日	苗栗縣	臉書通報	三聯埤生態池	目視
78	5月15日	彰化縣	iNaturalist	台豐高爾夫球場	目視
79	5月15日	新北市	iNaturalist	埤頭里	目視
80	5月16日	台北市	iNaturalist	台大人工控制氣候室	目視
81	5月16日	桃園市	iNaturalist	中原大學信實宿舍	目視
82	5月17日	台北市	臉書通報	衛生福利部	目視

83	5月17日	嘉義縣	臉書通報	嘉義中埔灣潭村	目視
84	5月17日	台北市	臉書通報	國立台灣科技大學	目視
85	5月17日	新北市	E-Mail 通報	新北市汐止區康寧街 747 號 (全家日月光店)	目視
86	5月17日	桃園市	臉書通報	埔心公園	目視
87	5月17日	台北市	iNaturalist	昆陽街 159 巷 27 號	目視
88	5月17日	彰化縣	iNaturalist	八卦臺地	目視
89	5月19日	新北市	臉書通報	新店桂山路底附近 (四崁水上)	目視
90	5月20日	新北市	E-Mail 通報	安和路三段大馬路邊	目視
<b>序號</b>	<b>日期</b>	<b>縣市</b>	<b>通報方式</b>	<b>地點</b>	<b>通報內容</b>
91	5月20日	台北市	臉書通報	捷運象山站樹蛙保育區	目視
92	5月20日	新北市	臉書通報	小粗坑步道直潭休閒小站	目視
93	5月21日	台北市	臉書通報	南京東路五段 291 巷	目視
94	5月21日	雲林縣	iNaturalist	新街里	目視
95	5月24日	新北市	臉書通報	福和濕地	目視
96	5月25日	桃園市	臉書通報	興仁夜市附近菜園	目視
97	5月26日	台北市	臉書通報	南港公園	目視
98	5月27日	台南市	臉書通報	中興大學新化林場	目視
99	5月27日	台北市	臉書通報	台大農場	目視
100	5月27日	彰化縣	臉書通報	自家庭院	目視
101	5月29日	南投縣	臉書通報	德安教養院	目視
102	6月1日	高雄市	臉書通報	觀音山風景區	目視
103	6月1日	新北市	臉書通報	洪爐地南山福德宮	目視
104	6月1日	苗栗縣	iNaturalist	西平里 43-15 號	目視
105	6月3日	新竹縣	臉書通報	哈密瓜汽車旅館後方樹林	目視
106	6月4日	基隆市	iNaturalist	行政大樓	目視
107	6月5日	新北市	臉書通報	賢一街	目視
108	6月5日	台北市	臉書通報	松山慈惠堂後之停車場及虎山步道	目視
109	6月6日	雲林縣	iNaturalist	華勝路 557 號	目視
110	6月9日	新北市	臉書通報	陽明山二子坪	目視
111	6月13日	台北市	臉書通報	劍南蝶園	目視
112	6月17日	南投縣	臉書通報	中興路	目視
113	6月17日	桃園市	臉書通報	龍潭區	目視
<b>序號</b>	<b>日期</b>	<b>縣市</b>	<b>通報方式</b>	<b>地點</b>	<b>通報內容</b>
114	6月17日	台北市	臉書通報	客家文化公園	目視

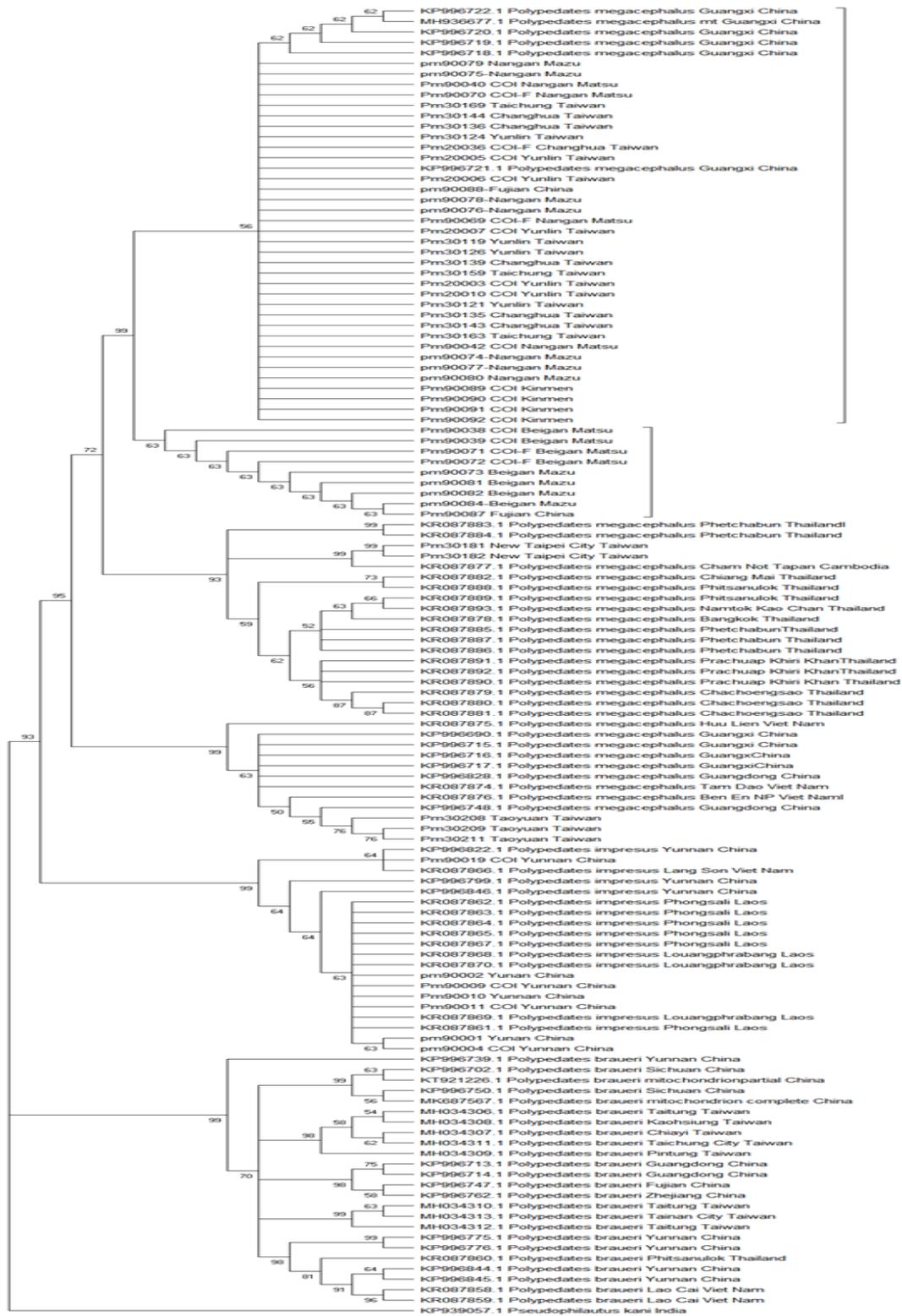
115	6月18日	台北市	iNaturalist	天母里	目視
116	6月18日	彰化縣	iNaturalist	八卦山	目視
117	6月19日	台北市	臉書通報	貴子坑露營區	目視
118	6月19日	台北市	臉書通報	木柵公園	目視
119	6月19日	台北市	臉書通報	象山公園	目視
120	6月19日	台北市	iNaturalist	大屯里	目視
121	6月20日	台北市	iNaturalist	松隆里	目視
122	6月21日	台中市	臉書通報	酒桶山~法蝶藝術廚房	目視
123	6月22日	彰化縣	臉書通報	舊蕙洋園/新蕙洋園	目視
124	6月25日	桃園市	臉書通報	龍星國小旁	目視
125	6月26日	台北市	臉書通報	師大附中	目視
126	6月29日	新竹市	臉書通報	大庄運動場	目視
127	6月29日	台北市	臉書通報	貓空	目視
128	6月30日	南投縣	iNaturalist	特生中心	目視
129	7月1日	雲林縣	臉書通報	自家菜園	目視
130	7月1日	台北市	iNaturalist	陽光街	目視
131	7月2日	桃園市	臉書通報	延平路二段	目視
132	7月4日	台北市	iNaturalist	黎和里	目視
133	7月4日	台北市	iNaturalist	黎元里	目視
134	7月4日	台北市	iNaturalist	黎孝里	目視
135	7月12日	新北市	臉書通報	老梅豬槽潭	目視
136	7月13日	台中市	iNaturalist	民政里	目視
序號	日期	縣市	通報方式	地點	通報內容
137	7月15日	桃園市	iNaturalist	秀才路477號	目視
138	7月16日	台北市	臉書通報	河濱公園	目視
139	7月16日	新北市	iNaturalist	永業路81巷	目視
140	7月17日	台北市	臉書通報	高鐵南港站	目視
141	7月18日	雲林縣	iNaturalist	朝陽村	目視
142	7月18日	台北市	iNaturalist	大湖里	目視
143	7月21日	彰化縣	臉書通報	舊蕙洋園/新蕙洋園	目視
144	7月23日	新竹縣	iNaturalist	明新街426巷6號	目視
145	7月24日	南投縣	iNaturalist	平山里	目視
146	7月24日	新竹縣	iNaturalist	五和街256號	目視
147	7月26日	台北市	iNaturalist	中南里	目視
148	7月27日	台北市	臉書通報	貓空	目視
149	7月27日	嘉義縣	臉書通報	諸羅紀農場	目視
150	7月28日	台中市	臉書通報	北勢國中附近	目視

151	7月28日	新北市	iNaturalist	埤塘里	目視
152	7月30日	雲林縣	iNaturalist	大同村	目視
153	8月1日	南投縣	臉書通報	福興路79巷	目視
154	8月2日	台北市	iNaturalist	福州山公園	目視
155	8月3日	台北市	iNaturalist	大湖里	目視
156	8月4日	新北市	臉書通報	私人菜園	目視
157	8月4日	新北市	臉書通報	直潭國小附近菜園	目視
158	8月4日	雲林縣	iNaturalist	新光里	目視
159	8月5日	新竹縣	臉書通報	深井生態園區	目視
序號	日期	縣市	通報方式	地點	通報內容
160	8月7日	新北市	臉書通報	信義國小附近	目視
161	8月8日	南投縣	iNaturalist	中原里	目視
162	8月9日	台北市	臉書通報	天母里	目視
163	8月10日	新北市	iNaturalist	僑義路11-7	目視
164	8月11日	桃園市	臉書通報	大同路	目視
165	8月13日	台中市	iNaturalist	林厝里	目視
166	8月15日	屏東縣	臉書通報	出火	鳴叫
167	8月17日	雲林縣	臉書通報	雲林科技工業區	目視
168	8月18日	屏東縣	臉書通報	成德村	鳴叫
169	8月20日	台北市	iNaturalist	三犁里	目視
170	8月20日	苗栗縣	iNaturalist	南勢里	目視
171	8月21日	台北市	iNaturalist	社子島舊堤	目視
172	8月23日	新北市	iNaturalist	寶宏路2-38	目視
173	8月25日	台中市	臉書通報	開心農場	目視
174	8月25日	彰化縣	臉書通報	舊蕙洋園/新蕙洋園/田尾國中	目視
175	8月27日	台北市	iNaturalist	富陽公園	目視
176	8月31日	台北市	iNaturalist	天母里	目視
177	9月1日	台北市	臉書通報	富陽公園	目視
178	9月2日	彰化縣	臉書通報	安樂街	目視
179	9月3日	雲林縣	臉書通報	復興村農田電箱	目視
180	9月6日	桃園市	iNaturalist	後庄里	目視
181	9月7日	台北市	臉書通報	辛亥路六段80巷3附近	目視
182	9月9日	台北市	iNaturalist	松隆里	目視
序號	日期	縣市	通報方式	地點	通報內容
183	9月10日	連江縣	臉書通報	馬祖北竿芹壁天后宮	目視
184	9月12日	新北市	臉書通報	自立街	目視

185	9月13日	台北市	臉書通報	福州山	目視
186	9月18日	苗栗縣	iNaturalist	楓樹里	目視
187	9月18日	新北市	iNaturalist	青雲路	目視
188	9月21日	台東縣	臉書通報	鹿野鄉	目視
189	9月21日	彰化縣	臉書通報	舊蕙洋園/新蕙洋園/田尾國小	目視
190	9月22日	台北市	臉書通報	景美仙跡岩	目視
191	9月22日	台北市	臉書通報	圓山文化遺址	目視
192	9月22日	苗栗縣	iNaturalist	南港里	目視
193	9月23日	彰化縣	臉書通報	鹿港國中	目視
194	9月23日	基隆市	臉書通報	暖暖區	鳴叫
195	9月25日	台中市	臉書通報	潭秀國中	目視
196	9月25日	新竹市	iNaturalist	清華大學	目視
197	9月27日	桃園市	E-Mail 通報	石管局	目視
198	9月27日	新竹市	臉書通報	高峰植物園	目視
199	9月28日	雲林縣	iNaturalist	建成路58之2號	目視
200	9月29日	桃園市	E-Mail 通報	德龍國小旁	目視
201	10月1日	新北市	臉書通報	南勢里	目視
202	10月2日	台北市	iNaturalist	松山路	目視
203	10月4日	南投縣	iNaturalist	坪頂里	目視
204	10月5日	彰化縣	臉書通報	大村鄉	目視
205	10月5日	台中市	iNaturalist	福恩里	目視
序號	日期	縣市	通報方式	地點	通報內容
206	10月6日	雲林縣	iNaturalist	新西街	目視
207	10月7日	台中市	臉書通報	太平區	目視
208	10月7日	苗栗縣	臉書通報	造橋鄉	目視
209	10月7日	雲林縣	臉書通報	三和村	目視
210	10月9日	苗栗縣	iNaturalist	梅南里	目視
211	10月9日	雲林縣	iNaturalist	頂田路37號634號	目視
212	10月13日	台中市	E-Mail 通報	梧棲區	目視
213	10月15日	南投縣	臉書通報	名間鄉	目視
214	10月20日	雲林縣	iNaturalist	林中村	目視
215	10月21日	新北市	臉書通報	淺水灣	目視
216	10月22日	桃園市	臉書通報	渴望路	目視
217	10月22日	台中市	臉書通報	嘉豐路	目視
218	10月24日	新北市	iNaturalist	下圭柔山100-7號	目視
219	10月27日	苗栗縣	臉書通報	英才路451巷18弄	目視

220	10月27日	新北市	臉書通報	無極天元宮附近	目視
221	10月28日	屏東縣	臉書通報	內埔鄉	目視
222	10月29日	彰化縣	臉書通報	大村鄉	目視
223	10月29日	新竹縣	臉書通報	埔和村附近	目視
224	10月30日	新竹縣	臉書通報	員山村	目視
225	11月1日	新北市	臉書通報	環河路旁	目視
226	11月1日	新北市	iNaturalist	中正里	目視
227	11月2日	新北市	iNaturalist	新市一路三段	目視
228	11月3日	台中市	臉書通報	都會公園附近自家	目視
序號	日期	縣市	通報方式	地點	通報內容
229	11月3日	台中市	臉書通報	三民路二段	目視
230	11月3日	新北市	iNaturalist	城林人工濕地	目視
231	11月3日	新北市	iNaturalist	鹿角溪人工濕地	目視
232	11月3日	新北市	iNaturalist	城林大橋	目視
233	11月6日	台北市	臉書通報	象山公園	目視
234	11月6日	台中市	臉書通報	峰谷國小附近	目視
235	11月9日	彰化縣	臉書通報	二林鎮	目視
236	11月10日	新竹市	臉書通報	香山區	目視
237	11月11日	台北市	iNaturalist	富陽公園	目視
238	11月13日	雲林縣	臉書通報	高鐵雲林站特區	目視
239	11月13日	彰化縣	臉書通報	員林市	目視
240	11月13日	台中市	臉書通報	鰲峰山公園	目視
241	11月15日	桃園市	臉書通報	雙連坡	目視
242	11月15日	南投縣	iNaturalist	特生中心	目視
243	11月17日	台北市	臉書通報	延平北路七段竹林	目視
244	11月18日	雲林縣	iNaturalist	學人宿舍	目視
245	11月20日	基隆市	臉書通報	海洋大學龍崗步道	目視
246	11月22日	台中市	臉書通報	潭子區	目視
247	11月22日	台中市	iNaturalist	中崙里	目視
248	11月23日	台中市	臉書通報	沙鹿區	目視
249	11月26日	台中市	臉書通報	東門里	目視
250	12月1日	苗栗縣	臉書通報	竹南鎮	目視
251	12月2日	南投縣	E-Mail 通報	御史里	目視
序號	日期	縣市	通報方式	地點	通報內容
252	12月9日	雲林縣	iNaturalist	舊社里	目視
253	12月13日	雲林縣	iNaturalist	炭腳村	目視
254	12月21日	嘉義市	臉書通報	嘉義交流道旁	目視

附錄 四、粒線體 DNA COI 基因利用最大似然法重建之斑腿樹蛙親緣關係樹 (bootstrap consensus tree, 100,000 replicates), 分支節點數字為 bootstrap 值(支持程度)。



## 附錄 五、相關報導



2019年3月11號 華視新聞 斑腿樹蛙蔓延雲林 民眾夜間大掃蕩

<https://news.cts.com.tw/cts/local/201903/201903111954302.html>

## 外來種入侵! 發現斑腿樹蛙請通報

4月到9月是斑腿樹蛙的繁殖高峰期，民眾若發現斑腿樹蛙的蹤跡，可透過電話或臉書通報。

1235 讚 24 分享 推文 分享

By 生活組, 台灣英文新聞

2019/05/01 15:38



2019年5月1日 台灣英文新聞 外來種入侵! 發現斑腿樹蛙請通報

<https://www.taiwannews.com.tw/ch/news/3692114>

# 尋斑大搜查 北市邀民眾認識斑腿樹蛙

20:14 2019/07/05 | 中時 | 吳堂靖



夏天來臨，市動保處於7月、8月舉辦「2019 尋斑大搜查－外來種斑腿樹蛙認識活

2019年7月5日 中時電子報 尋斑大搜查 北市邀民眾認識斑腿樹蛙  
<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20190705003998-260405?chdtv>

## 金門斑腿樹蛙爆量 縣府全面監控

18:59 2019/10/03 | 中時 | 李金生



2019年10月3號 中時電子報 金門斑腿樹蛙爆量 縣府全面監控  
<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20191003004394-260405?chdtv>

# 解決入侵外來物種！動物園將「斑腿樹蛙」納入菜單

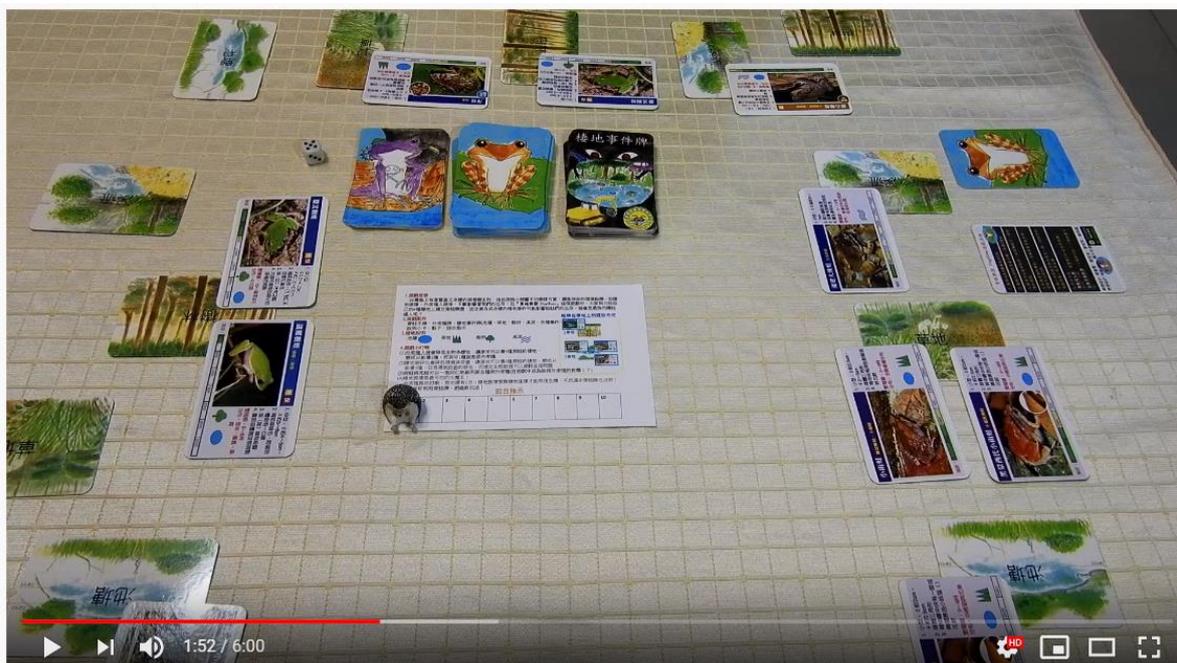
10:06 2019/11/18 | 中時電子報 | 林宜靜



HwaCheon-Gun 廣告



2019年11月18日 解決入侵外來物種！動物園將「斑腿樹蛙」納入菜單  
<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20191118001465-260405?chdtv>



生態桌遊--青蛙樂園FrogHome 遊戲解說

2019年11月29日 Youtube 生態桌遊--青蛙樂園 FrogHome 遊戲解說影片  
<https://www.youtube.com/watch?v=HXguxyFw1y4&t=1s>

# 保育員清缸很辛苦！斑腿樹蛙愛吃渣渣 成最佳小幫手

10:16 2019/12/16 | 中時電子報 | 林宜靜



2019年12月16日 保育員清缸很辛苦！斑腿樹蛙愛吃渣渣 成最佳小幫手

<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20191216001429-260405?chdtv>

## 附錄 六、研討會摘要

日期：2019/11/21-25

第 58 回日本爬蟲兩棲學會年會

### Monitoring of alien treefrog ( *Polypedates megacephalus* ) through citizen science in Taiwan

Yi-Ju Yang

Department of Natural Resources and Environmental Studies, National Dong Hwa University, Taiwan, R.O.C.

*Polypedates megacephalus* was first reported in central Taiwan in 2006 and then it was spread to northern Taiwan in 2010. In order to detect the distributions and spread of *P. megacephalus* in Taiwan, I used amphibian conservation volunteers to conduct island-wide surveys each year from 2010 to 2019. The survey results showed that *P. megacephalus* spread rapidly in cultivated land under the elevation of 500 meters in central and northern Taiwan. As for the percentage of *P. megacephalus* among the total frog numbers in 2018, it showed 10.4% (11572/109214) and is the second dominant species in 2018. From 2015 to 2017, I surveyed 41 sympatric sites shared by native tree frog *P. braueri* and alien tree frog *P. megacephalus* and found that *P. braueri* might be negatively impacted by *P. megacephalus*. I used volunteers to remove *P. megacephalus* at Bali, New Taipei City from 2012 to 2019, and found the population of *P. megacephalus* didn't decrease immediately but with a slow pace. I will keep training volunteers to monitor and control the populations of *P. megacephalus* in IFA (important frog areas) and protected areas. It is important to increase the habitat diversity to reduce their breeding sites.

計畫編號:108 林發-08.1-保-21

外來種斑腿樹蛙監測計畫

執行單位:東華大學自然資源與環境學系