

外來種斑腿樹蛙控制與監測計畫
Monitoring and controlling alien treefrog –
Polypedates megacephalus

計畫編號：101 林發-07.1-保-33(3)

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

研究人員：陳建志、龔文斌、陳立瑜、李承恩

中華民國 102 年 1 月 14 日



中文摘要

斑腿樹蛙(*Polypedates megacephalus*)是台灣最新紀錄的兩棲類，為了解台灣地區斑腿樹蛙分布現況與其基礎生物學，本研究於 2012 年運用兩棲類保育志工在全台灣進行普查；選定平原環境的八里挖仔尾、台中都會公園、以及森林環境的鶯歌碧龍宮為固定樣區進行調查，紀錄數量、利用棲地、共域蛙類等資料。

普查結果顯示斑腿樹蛙已於台北市、新北市、桃園縣、台中市、彰化、雲林、屏東等地建立族群，其中新北市鶯歌碧龍宮、台中市新社及都會公園、屏東高樹等地同時觀察到和斑腿樹蛙外型及生態習性相近的台灣原生種布氏樹蛙(舊稱白領樹蛙)(*Polypedates braueri*)分布，這些地點都位於淺山區的農墾地。

於 2011 年斑腿樹蛙分布點周圍劃設 288 個 1km² 的方格系統進行調查，使用 Occupancy Model 估算斑腿樹蛙的偵測率與佔有率。為探討其可能為台灣原生種但被誤認成布氏樹蛙，以致於過去沒有分布紀錄的可能性，將已知斑腿樹蛙分布點與潘彥宏(1997)發表的 2km×2km 的布氏樹蛙歷史分布網格進行疊合，若斑腿樹蛙為台灣的原生種，其分布網格應與布氏樹蛙歷史分布網格重疊。結果發現 Occupancy Model 估算之斑腿樹蛙的偵測率與佔有率在絕大多數地區皆高於 0.4，顯示斑腿樹蛙在其分布區域是分布普遍、容易被偵測的物種。比對歷史調查資料發現，斑腿樹蛙與布氏樹蛙分布網格完全不重疊，且斑腿樹蛙分布網格中，40.2%(35/87)為 1997 年前有調查但未發現布氏樹蛙，表示容易被偵測的斑腿樹蛙不可能是因被誤認為布氏樹蛙而未有調查紀錄的台灣原生種，應是近年才進入台灣的外來種。使用 GARP 與 Maxent 搭配 WorldClim 19 個環境變數預測外來種斑腿樹蛙在台灣之分布，顯示西部雲林以北的平地均適合斑腿樹蛙生存。生活史調查結果發現斑腿樹蛙主要繁殖期從 3 月至 9 月，但全年都能發現蝌蚪。斑腿樹蛙的棲地環境為海拔 500m 以下的墾地，偏好利用蓄水桶永久性水域進行繁殖，水桶之直徑及體積越大，利用的比例越高；但斑腿樹蛙在非繁殖期偏好暫時性水域與陸域避風的環境。2012 年固定樣區的挖仔尾及台中都會公園的斑腿樹蛙占總隻次的比例分別為 69%(785/1132)、53.6%(303/565)，為絕對的優勢種；但碧龍宮地區斑腿樹蛙占總隻次比例為 14.9%(107/715)，比 2011 年 27.5%(149/541)低，仍為優勢種。斑腿樹蛙食物以蜚蠊目、鞘翅目及蜘蛛目為主，也記錄到捕食小雨蛙及鉛山壁虎，對入侵的生態系統可能造成影響。

為控制斑腿樹蛙族群數量，2012 年持續培訓及運用志工在八里挖仔尾、鶯歌碧龍宮、台中都會公園、彰化田尾等地進行斑腿樹蛙控制移除，共移除 1174 隻斑腿樹蛙，移除數量和參與人數有顯著正相關。以裝水的水桶作為陷阱吸引斑腿樹蛙利用加以移除，則以繁殖期後期較有效。建議持續運用志工進行移除及監測，降低斑腿樹蛙族群量及擴散風險，並持續研究斑腿樹蛙對台灣原生蛙類及生態系統的影響，以利台灣生物多樣性保育。

關鍵詞：斑腿樹蛙、分布、棲地利用、食性、控制、監測

Abstract

Polypedates megacephalus is the latest amphibian species found in Taiwan. In order to find out their distributions and the basic biology, this study used conservation volunteers to carry out nationwide surveys in 2012. We targeted at Waziwei of Bali and Taichung Metropolitan Park, which are both in the plain surroundings, as well as Bealong Temple of Yingge in forestry environment, to do surveys and document their numbers, habitat usage, and the other sympatric anuran species.

The results of surveys show that *Polypedates megacephalus* has been distributed over many places, such as Taipei City, Bali, New Taipei City, Yangmei, Taoyuan County, Taichung City, Zhanghua County, Yunlin County, Pingtung County. Especially at Bealong Temple (in Yingge of New Taipei City), Hsinshe and Taichung Metropolitan Park (Taichung City), as well as at Gaoshu of Pingtung County, we observed *Polypedates braueri*, which is similar to *Polypedates megacephalus* in morphology and habitats, also distributed at these cultivated land of lowland areas.

In 2011, we set 282 1km² grids around *Polypedates megacephalus* distribution areas to do surveys, and used Occupancy Model to estimate the detection probability and occupancy probability. To discuss the possibility that it might be Taiwan native species but has been mistaken for *Polypedates braueri* so that there has no records about it, we lapped the present *Polypedates megacephalus* distribution map over the 2km×2km grids of *Polypedates braueri*'s historical distribution map released by Pan Yanhong in 1997. If *Polypedates megacephalus* were Taiwan native species, its distribution areas should have overlapped with those of *Polypedates braueri*. The results showed that the detection probability and occupancy probability of *Polypedates megacephalus*, based on Occupancy Model, were higher than 0.4 at most areas. It indicated that *Polypedates megacephalus* is commonly distributed and easy to be detected in its distribution places. After comparing to the historical information, we found that the distribution areas of *Polypedates megacephalus* and *Polypedates braueri* were not overlapped at all; and among the *Polypedates megacephalus* distribution grids, 40.2%(35/87) were surveyed before 1997 but no *Polypedates braueri* were found. It indicated that *Polypedates megacephalus* ought to be introduced to Taiwan recently. We predicted the distribution of alien species *Polypedates megacephalus* in Taiwan based on GARP and Maxent along with 19 environmental variables obtained from WorldClim, and it showed that the lowland from Yunlin to the north of West Taiwan are suitable for *Polypedates megacephalus* to live in.

According to the surveys, we found that the breeding seasons of *Polypedates megacephalus* are mainly from March to September, but the tadpoles can be found year round. They inhabit in cultivated land under the elevation of 500 meters,

preferring breeding in permanent water areas such as water-filled buckets, and the usage percentage is higher in the bigger buckets. But in non-breeding seasons, they prefer temporary water areas and non-windy terrestrial places. In 2012, *Polypedates megacephalus* found in Waziwei and Taichung Metropolitan Park were 69% (785/1132) and 53.6% (303/565) respectively, meaning they are dominant species. *Polypedates megacephalus* mainly fed on Order Blattodea, Order Coleoptera and Order Araneida, and we also observed they catch *Microhyla fissipes* and *Gekko hokouensis*. We suggest the ecosystems they invade might be affected.

In 2012, we kept training volunteers to control its population and removed a total of 1174 at Waziwei, Bealong Temple, Taichung Metropolitan Park, and Tianwei. It showed that the amount of removal and the participants have positive relationship significantly. Using water-filled buckets as traps to catch *Polypedates megacephalus* was more effective during post-breeding seasons. We suggest that we should keep using volunteers to do controlling and monitoring to reduce its population size and avoid further spreading. And the study about the impact of *Polypedates megacephalus* on native ecosystem and other species should be continued in order to conserve the biodiversity of Taiwan.

Keywords: *Polypedates megacephalus*, distribution, habitat usage, diet, control, monitor

目錄

一、前言.....	1
二、研究目的.....	1
三、研究材料及方法.....	4
四、結果與討論.....	19
五、建議.....	48
六、參考文獻.....	49
附錄.....	54

圖目錄

圖 1、北部地區的方格系統.....	5
圖 2、台中都會公園與新社石岡的方格系統.....	6
圖 3、田尾地區的方格系統.....	6
圖 4、雲林褒忠與北港的方格系統.....	7
圖 5、屏東大路觀的方格系統.....	7
圖 6、1982-1990 布氏樹蛙分布圖.....	9
圖 7、挖仔尾研究樣區食性分析採樣樣區及水桶陷阱位置圖.....	12
圖 8、雄蛙睪丸、雌蛙卵巢及輸卵管.....	14
圖 9、放置於挖仔尾的方形普力桶陷阱.....	15
圖 10、放置於挖仔尾的圓形普力桶陷阱.....	16
圖 11、放置於台中都會公園的垃圾桶陷阱.....	16
圖 12、台中都會公園陷阱分布圖.....	17
圖 13、架設於挖仔尾地區的 PVC 管陷阱.....	17
圖 14、2012 年參與調查的志工團隊分布圖.....	19
圖 15、布氏樹蛙歷史分布資料與斑腿樹蛙分布圖.....	22
圖 16、斑腿樹蛙分布機率圖.....	23
圖 17、斑腿樹蛙預測分布圖.....	24
圖 18、斑腿樹蛙海拔反應曲線.....	24

圖 19、斑腿樹蛙與氣溫相關因子反應曲線.....	25
圖 20、斑腿樹蛙各月份空胃率.....	36
圖 21、各類別捕食物在不同月份之出現頻率 FO 比較.....	38
圖 22、各類別捕食物在不同性別間之出現頻率 FO 比較.....	38
圖 23、主要捕食物類群在 8-11 月份間之出現頻率 FO.....	39
圖 24、腸胃含物中蜚蠊目組成.....	40
圖 25、胃含物中蜘蛛目組成.....	41

表目錄

表 1、負責各方格系統調查的團隊.....	8
表 2、進行預測使用的 19 個環境變數.....	10
表 3、斑腿樹蛙固定移除地點、時間與負責團隊.....	14
表 4、培訓研習辦理日期與單位一覽表.....	18
表 5、2012 年斑腿樹蛙通報紀錄.....	20
表 6、斑腿樹蛙於各方格系統分布比例.....	21
表 7、觀音山地區各種蛙類佔有率與偵測率.....	25
表 8、新北市各種蛙類佔有率與偵測率.....	26
表 9、碧龍宮、福源山步道、春天農場各種蛙類佔有率與偵測率.....	26
表 10、桃園各種蛙類佔有率與偵測率.....	26
表 11、台中大肚山各種蛙類佔有率與偵測率.....	27
表 12、新社石岡各種蛙類佔有率與偵測率.....	27
表 13、雲林各種蛙類佔有率與偵測率.....	27
表 14、彰化田尾各種蛙類佔有率與偵測率.....	27
表 15、2011 年 4 月~2012 年 12 月八里挖仔尾斑腿樹蛙的生活型態.....	28
表 16、2011 年 4 月~2012 年 12 月鶯歌碧龍宮斑腿樹蛙的生活型態.....	29
表 17、2012 年 4 月~12 月台中都會公園斑腿樹蛙的生活型態.....	29
表 18、挖仔尾 2012 年每月調查物種與數量表.....	30

表 19、鶯歌碧龍宮 2012 年每月調查物種與數量表.....	31
表 20、台中都會公園 2012 年每月調查物種與數量.....	31
表 21、鶯歌碧龍宮 2012 蛙類微棲地利用頻度表.....	32
表 22、台中都會公園蛙類微棲地利用頻度表.....	33
表 23、斑腿樹蛙在鶯歌碧龍宮各月份的微棲地利用頻度.....	34
表 24、台中都會公園斑腿樹蛙各月份的微棲地利用頻度.....	34
表 25、斑腿樹蛙利用(發現卵塊或蝌蚪)水桶尺寸列表.....	35
表 26、2012 年 4-11 月份斑腿樹蛙樣本平均胃含物數量.....	35
表 27、各類別胃含物捕食隻數及所佔比例.....	37
表 28、挖仔尾斑腿樹蛙移除數量與參與人數.....	43
表 29、碧龍宮斑腿樹蛙移除數量與參與人數.....	43
表 30、台中都會公園斑腿樹蛙移除數量與參與人數.....	44
表 31、彰化田尾斑腿樹蛙移除數量與參與人數.....	44
表 32、雲林褒忠斑腿樹蛙移除數量與參與人數.....	45
表 33、台中都會公園陷阱移除斑腿樹蛙數量.....	46

一、前言

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，2011年3月-12月在林務局的補助下，本計畫執行團隊在全台灣進行普查，並選定鶯歌碧龍宮、八里挖仔尾、彰化田尾為固定樣區，每月進行一次調查，紀錄數量、利用棲地、共域蛙類等資料。另搭配兩棲類保育志工進行移除，於4月-6月移除母蛙與卵泡，7月以後則移除成蛙與蝌蚪。結果顯示斑腿樹蛙繁殖期長，約從2月至11月，並已於新北市八里、五股、蘆洲、新莊、鶯歌；桃園縣楊梅、龜山、蘆竹；台中市梧棲、石岡、都會公園；彰化縣田尾、雲林縣北港；馬祖南竿等地建立族群。在大多數分布地區斑腿樹蛙皆為優勢種，且族群已存在2-3年以上，可見斑腿樹蛙在台灣地區的擴散，並非這一兩年才開始，應有許多地區的斑腿樹蛙尚未被清查出來，仍需要更多元的清查管道，才能有效瞭解斑腿樹蛙的實際分布，並加以控制與監測。2011年曾運用志工進行斑腿樹蛙分布普查，以及成幼蛙、卵塊與蝌蚪移除，成效良好，將持續運用志工進行移除及監測調查，以降低斑腿樹蛙族群量及擴散風險，有利台灣生物多樣性保育。

二、研究目的

本研究目的包括：完成台灣本島斑腿樹蛙分布現況調查、了解斑腿樹蛙對台灣原生蛙種造成的影響、結合地方保育團體、政府機關及兩棲類保育志工，培訓志工移除斑腿樹蛙、控制及監測斑腿樹蛙族群分布。根據研究目的，進行相關文獻探討。以下分別描述。

(一)佔有率與偵測率估算：

大尺度調查生物的分布有很多方法，例如使用 GIS 技術在某地區畫設大範圍的調查方格，在調查方格中劃設調查穿越線，運用目視遇測法、鳴叫計數法等，來計算目標物種在某地區的分布和豐度，但可能因為物種和環境等因素資料造成紀錄不完全，資料有所誤差。MacKenzie *et al.*(2002)發展棲地佔據模式，這種方法只需記錄目標物種在樣區出現與否 (presence (1)/absence (0)) 的調查資料，整理成一連串的調查歷史，來估計生物在樣區佔有率(ψ)與偵測率(p)；佔有率是樣區被目標物種所佔據的機率，偵測率是目標物種在樣區調查中被偵測到的機率。利用這種模式使得調查工作變得更簡便且有效率，對稀有或不易調查發現的物種族群狀態更容易獲得資料(Seddon 2011)，並可加入棲地類型(例如：森林、草原)、其它生物和非生物的因子(例如：氣溫、降雨量、干擾等)當作影響佔有率與偵測率的共變數，透過程式 PRESENCE (version 4.0)，估算出物種的棲地佔有率與偵測率，這個方法不只是簡單地描述兩棲類物種的分布，更重要的是能透過時間和空間，估計樣區內物種佔據的情況與變化(MacKenzie *et al.*

2006；Bailey and Nichols 2010)。

棲地佔據模式可以同時了解物種族群的分布和動態與其棲地環境因子的關聯性，廣泛利用於估計野生動物的大尺度監測、地理分布、族群動態、棲地與資源選擇、保育和管理等，例如鳥類 (Stauffer *et al.* 2004)、哺乳類 (Weller 2008) 的族群監測與研究上，另外在兩棲類的研究也常做為長期的族群動態與分布 (Bailey *et al.* 2004；Muths *et al.* 2006；Walls *et al.* 2011)，外來種兩棲類也逐漸以此模式進行監測和影響評估，例如 Adams(2011)年利用陷阱法(Pitfall traps)調查美國牛蛙和加州紅腿蛙，以此模式估算兩種蛙在所有樣區中的佔有率、偵測率，加上影響因子(人類干擾、水深、植被等)，計算出造成加州紅腿蛙族群下降最適合的模式；另外侯平君(2010)也利用此模式，對外來種亞洲錦蛙在台灣的分佈與影響佔有率和偵測率的因子進行研究，先從地圖上每個調查方格中找出水塘、公園、學校、綠地或溝渠等亞洲錦蛙可能利用的生殖場所，以鳴叫計數及目視遇測法估計調查，以棲地佔據模式分析得知亞洲錦蛙對各種棲地類型與氣候都有不錯的適應性。

(二)食性分析：

蛙類被認為是一種食蟲性動物，其捕食行為可大致分為坐等型(sit-and-wait)及機會搜索型(opportunistic search strategies) (Dodd 2010)；坐等型蛙類通常於單位時間內取得數量較少，但體型較大且活動性較高的獵物，機會搜索型蛙類的捕食對象則傾向小型而多量。Toft (1981)針對蛙類主要食性形式(diet pattern)將蛙類分作"蟻食性"(ant specialists)和"非蟻食性"(non-ant specialists)。蟻食性蛙類的獵物多為移動較緩慢(slow-moving)且幾丁質發達(strongly chitinized)的節肢動物，如螞蟻、白蟻及其它小蟲；非蟻食性蛙類的獵物則較前者多樣，傾向捕食如蜘蛛、蝗蟲這類幾丁質不發達(less chitinized)的節肢動物。

影響蛙類食性及捕食策略的主要原因包含季節性的食物豐度(seasonal abundance of food)、尺寸或形狀的物理限制(size/shape constraints)以及生態耐受性(ecological tolerances)等(Duellman and Trueb 1994)。在季節對食性的影響方面，Kovács *et al.* (2007)對棲息於羅馬尼亞的樹蟾 *Hyla arborea* 所做的研究發現，該蛙類的捕食強度和捕食物型態皆與季節變化有關，在繁殖季(3月-5月)有較高的空胃率(3月-14.65%；5月底-2.29%)、且於較相近月份有較類似的食物類型。Rodrigus *et al.* (2004)在巴西所進行的食性研究則顯示，乾濕季對 *Leptodactylus podicipinus* 雄蛙的捕食量具有顯著的影響，雄蛙於濕季時的捕食數量顯著較雌蛙和亞成蛙高 ($p=0.031$ ； $p=0.022$)；雖然上述現象可能和性別間不同繁殖表現有關，但 Silva *et al.* (2009)及 Quiroga *et al.* (2009)在其它蛙類的研究則顯示食物組成與性別並無顯著關係，表示性別間的食性差異可能因物種不同而有不一樣的表現。在尺寸與食性關係方面，Giaretta *et al.* (1998)在大西洋森林針對一種棲息於落葉堆的蛙類 *Proceratophrys boiei* 進行研究，發現該蛙類不論是嘴寬或吻長皆與捕食物尺寸呈現正相關性。尺寸通常也被認為足以代表蛙

類個體的成長發育階段；Quiroga *et al.* (2009)在阿根廷蟾蜍 *Rhinella arenarum* 身上發現，個體隨成長發育而增加捕食物數量，但和捕食物大小無關；

Valderrama-Vernaza *et al.* (2009)在安地斯山對箭毒蛙 *Ranitomeya virolinensis* 所做的研究則顯示，對蟎類的取食量隨蛙體成長而減少、對螞蟻的取食量則隨蛙體成長而增加，隨發育成長而傾向捕食數量較少但尺寸較大的獵物。上述研究顯示蛙類的食性很可能因成長發育階段的不同而發生改變。在耐受性與食性的關係方面：通常具毒性或刺激性物質的獵物較不易受捕食者的青睞。但 Silva *et al.* (2009)在巴西針對入侵種牛蛙 *Lithobates catesbeianus* 所做的食性研究，發現牛蛙捕食大量的倍足綱(馬陸)動物，但此類節肢動物具有可分泌刺激性化學物質的腺體，作者認為之所以出現該現象，是因為牛蛙對這類防禦性物質具有耐受能力(tolerate)。此外，牛蛙在當地也捕食具有蟾蜍毒素的蟾蜍。

透過指數計算公式，能進一步瞭解環境中特定捕食對象對於蛙類的影響程度。捕食可獲性(preyn availability) (Cogălniceanu *et al.* 2000；Rodrigues *et al.* 2004；Dodd 2010)、出現頻率(frequency of occurrence；FO) (Hyslop 1980)、相對重要性(relative importance；RI) (Hyslop 1980)食性寬度(food nich breadth；H') (Krebs 1999) 以及食性重疊度(nich overlap；Ojk) (Krebs 1999)等，皆經常被運用於蛙類食性分析上。

洗胃法(stomach flushing)和腸胃解剖是目前較常使用於蛙類腸胃含物採樣的兩種方法。前者操作方法為麻醉並固定蛙個體後將導管自口腔伸入，導管經消化道至胃，利用低壓水流沖洗出胃含物並以固定液保存以供後續分析(Dodd 2010；Kovács *et al.* 2007)；後者在樣本採集同時便立刻以人道方式犧牲，之後直接以解剖方式取出腸胃含物進行分析。洗胃法的優點在於無須犧牲樣本，同時若實施順利則能有良好且低傷害的效果，相當適合數量稀少及臨危的物種；但其缺點在於需要相對熟練的操作技巧，且當樣本數較多時，可能會有胃含物持續消化的問題產生。腸胃解剖的優點在於採集後能立即固定樣本、並保留採集當時的腸胃含物狀態，解剖過程中對於腸胃道各段的內含物資訊也能更精確的掌握，使用上相當廣泛(Rodrigues *et al.* 2004；Silva *et al.* 2009)；其缺點在於必須犧牲採樣個體。考慮到腸胃含物檢測的時效性及準確性，加上斑腿樹蛙為應予與移除控制之外來入侵種，故本研究選擇腸胃解剖法作為斑腿樹蛙腸胃含物的採樣方式。

三、研究材料及方法

(一) 分布現況調查：

為了解斑腿樹蛙在台灣實際分布現況與擴散情形，分布現況調查分為1.兩棲保育志工團隊調查；2.一般民眾通報；3.方格系統分布調查；4.歷史調查；5.預測分布。以下分別描述。

1. 兩棲保育志工團隊普查：

兩棲保育志工團隊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，調查頻度為每年4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)互相搭配紀錄蛙種、數量以及停棲位置於規格化的表格中。在到達樣區後，選定一條約500m的穿越帶，步行使用目視遇測法搭配穿越帶鳴叫計數法進行調查，並在穿越帶的中心紀錄座標，由於兩棲類鳴叫聲音傳播距離約500m，因此樣區周邊500m的環域皆為調查的範圍(郭炳村，2007)。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(<http://tad.froghome.org>)，並由兩棲保育研究室成員每個月進行審核，若發現有志工回報疑似斑腿樹蛙族群紀錄，則立刻聯繫該志工團隊，並由兩棲保育研究室成員協同前往進一步調查確認。

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)先在台灣兩棲類保育網(<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)成為保育網會員後，於賞蛙情報網通報。(3)直接寫信至東華大學兩棲保育研究室信箱(froghome@mail.ndhu.edu.tw)。這3種途徑的回報資料由東華大學兩棲保育研究室篩選審核，一有疑似斑腿樹蛙的回報資料，即與上傳人員聯絡並前往調查確認，並填寫通報單(附錄一)存檔。

相較於兩棲保育志工團隊定期調查並上傳資料，另外有一群人屬於對自然生態有興趣，不定期進行生態觀察的蛙友。這些蛙友具備有蛙類物種辨識能力。若發現疑似斑腿樹蛙，除了可經由一般民眾通報的途徑，也可以於台灣兩棲保育志工團隊的Facebook平台通報。台灣兩棲保育志工團隊的Facebook社團(<http://www.facebook.com/groups/froghome/>) 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2012/12/15，共計有1,000位成員。社團成員在平台上分享賞蛙心情、問題發問、賞蛙活動邀約及物種出現通報。社團管理員為東華大學兩棲保育研究室，每日皆會瀏覽貼文，若發現有疑似斑腿樹蛙的通報，即與貼文的成員聯絡並前往調查確認。

3.方格系統調查:

在確認斑腿樹蛙分布後，為了解這些分布點的分布範圍，並做為之後評估擴散的基礎，於每個點各劃設9個1km×1km的方格系統。方格系統畫法為:以分布點為中心方格，向右上、右邊、右下、左上、左邊、左下、上方與下方各劃設一個1km的方格，因此單一個分布點所劃設的方格系統外觀就會如同九宮格。全台灣方格系統劃設完畢共計282個方格，由於許多地點因為距離相近，方格系統會彼此重疊或相連形成區塊，因此全台灣斑腿樹蛙方格系統由北往南可以分為下列各區(方格數): 觀音山(48)、林口台地(9)、蘆洲(9)、新莊(15)、木柵動物園(9)、浮洲溼地(9)、城林溼地(9)、樹林(9)、鶯歌(32)、八德(9)、蘆竹(9)、楊梅(9)、台中都會公園(9)、新社石岡(35)、田尾(48)、褒忠(9)、大路關(9)。各區分布圖如(圖1~5)。劃設完成的方格系統會與Google Earth進行疊合，以便規劃調查路線與樣區。方格調查由兩棲保育研究室與兩棲保育志工團隊進行，於斑腿樹蛙繁殖期間(4月-10月)進行2-3次調查，調查方式為在每個1km方格中，找尋1個以上適合蛙類棲息的环境(菜園、竹林、溼地等)設為樣點，並紀錄樣點的WGS84經緯度座標。調查時紀錄出現的蛙類與環境類型。所有方格的調查資料皆上傳至台灣兩棲調查資訊網。各區負責調查的團隊如表1。

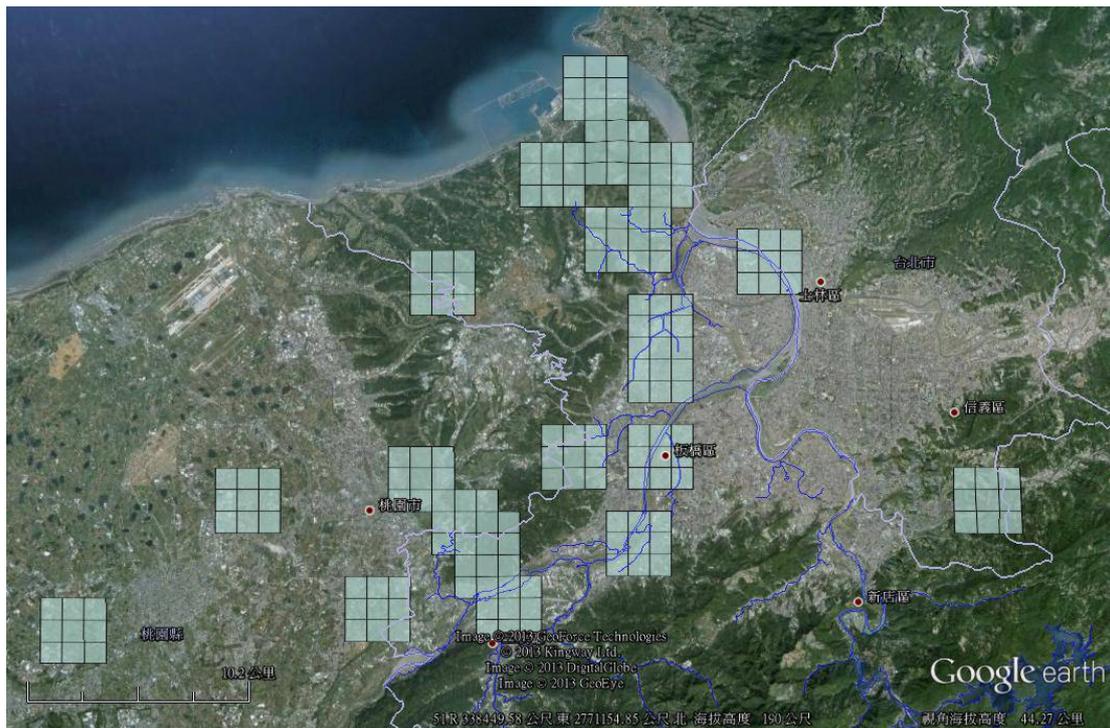


圖1、北部地區的方格系統



圖 2、台中都會公園(左)與新社石岡(右)的方格系統

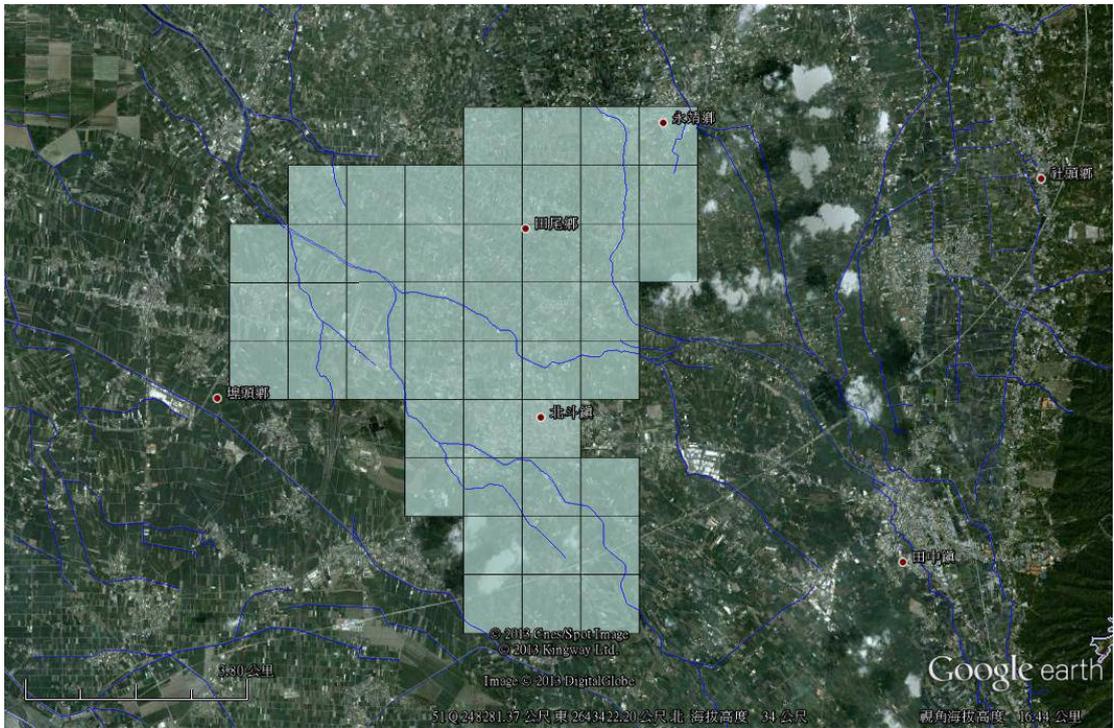


圖 3、田尾地區的方格系統

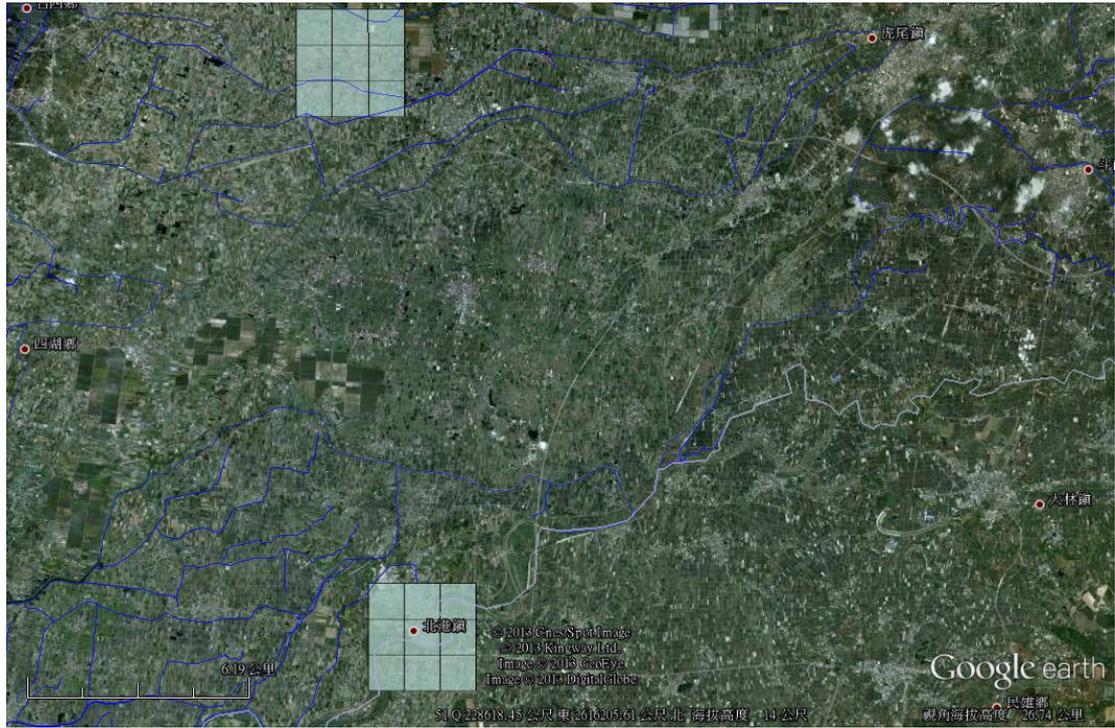


圖 4、雲林褒忠(上)與北港(下)的方格系統

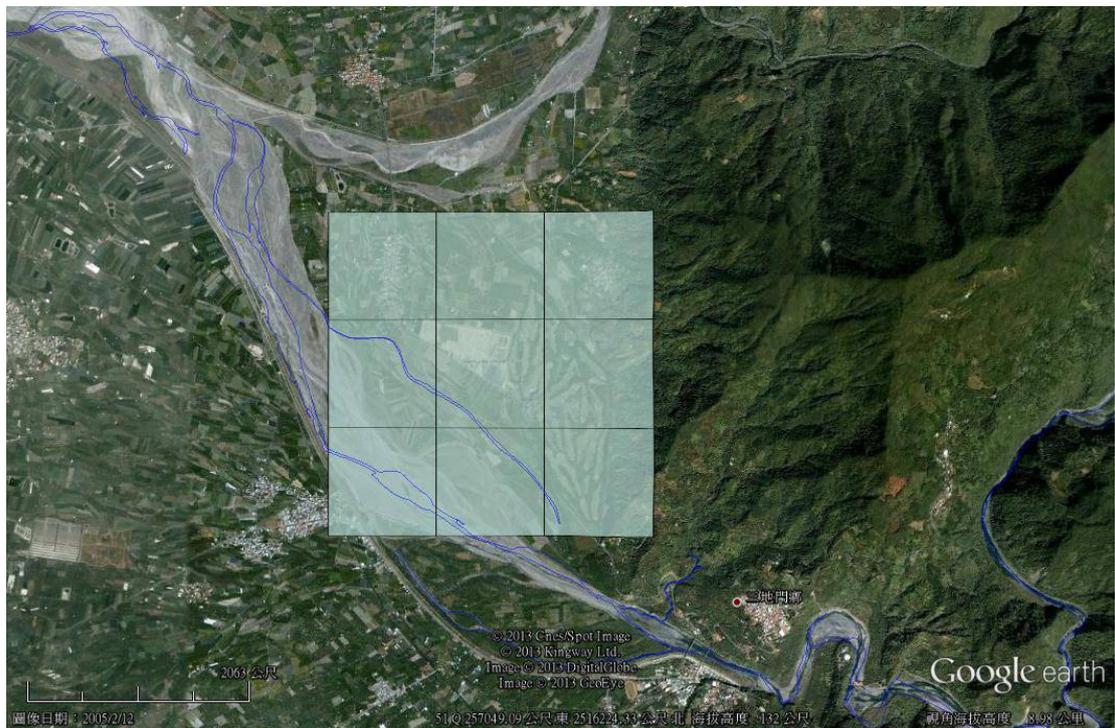


圖 5、屏東大路觀的方格系統

表 1、負責各方格系統調查的團隊

縣市	樣區名稱	負責團隊
新北市	觀音山	東華大學兩棲保育研究室
	蘆洲	
	浮州溼地	
	城林溼地	
新北市	新莊	台北牡丹心志工團隊
	樹林	
	鶯歌	
	林口台地	
桃園縣	八德	東華大學兩棲保育研究室
	蘆竹	
	楊梅	
台中市	台中都會公園	台中都會公園美白去斑大隊
台中市	新社石岡	東華大學兩棲保育研究室
雲林縣	褒忠	東華大學兩棲保育研究室
	北港	
彰化縣	田尾	彰化鳥會
屏東縣	大路觀	屏東鳥會

(4)歷史調查

斑腿樹蛙外型與生態習性與台灣原生的布氏樹蛙非常相近，藉由和歷史調查資料比較，探討斑腿樹蛙早存在於台灣但被誤認為布氏樹蛙的可能性。潘彥宏(1997)統整了國立師範大學呂光洋教授研究室 1982-1990 於台灣各地進行兩棲調查的資料，以及國立科學博物館周文豪副館長調查資料，並將分布資訊與 2km×2km 的網格系統結合，建立了台灣 26 種兩棲類分布資料庫。此資料庫的調查資料共涵蓋了全台灣 9,388 個網格。歷史調查比較步驟如下：1.使用 ArcGIS 9.3 版的 Georeference 功能，將潘彥宏(1997)兩棲分布資料庫中，白領樹蛙(現已更名為布氏樹蛙)分布圖數化成圖層(layers,圖 6)。2.將斑腿樹蛙分布點圖層與數化完成的布氏樹蛙圖層進行疊合，計算"早期有進行調查，沒發現布氏樹蛙，但之後有發現斑腿樹蛙"的比例，以探討早期斑腿樹蛙被誤認為布氏樹蛙的可能性。

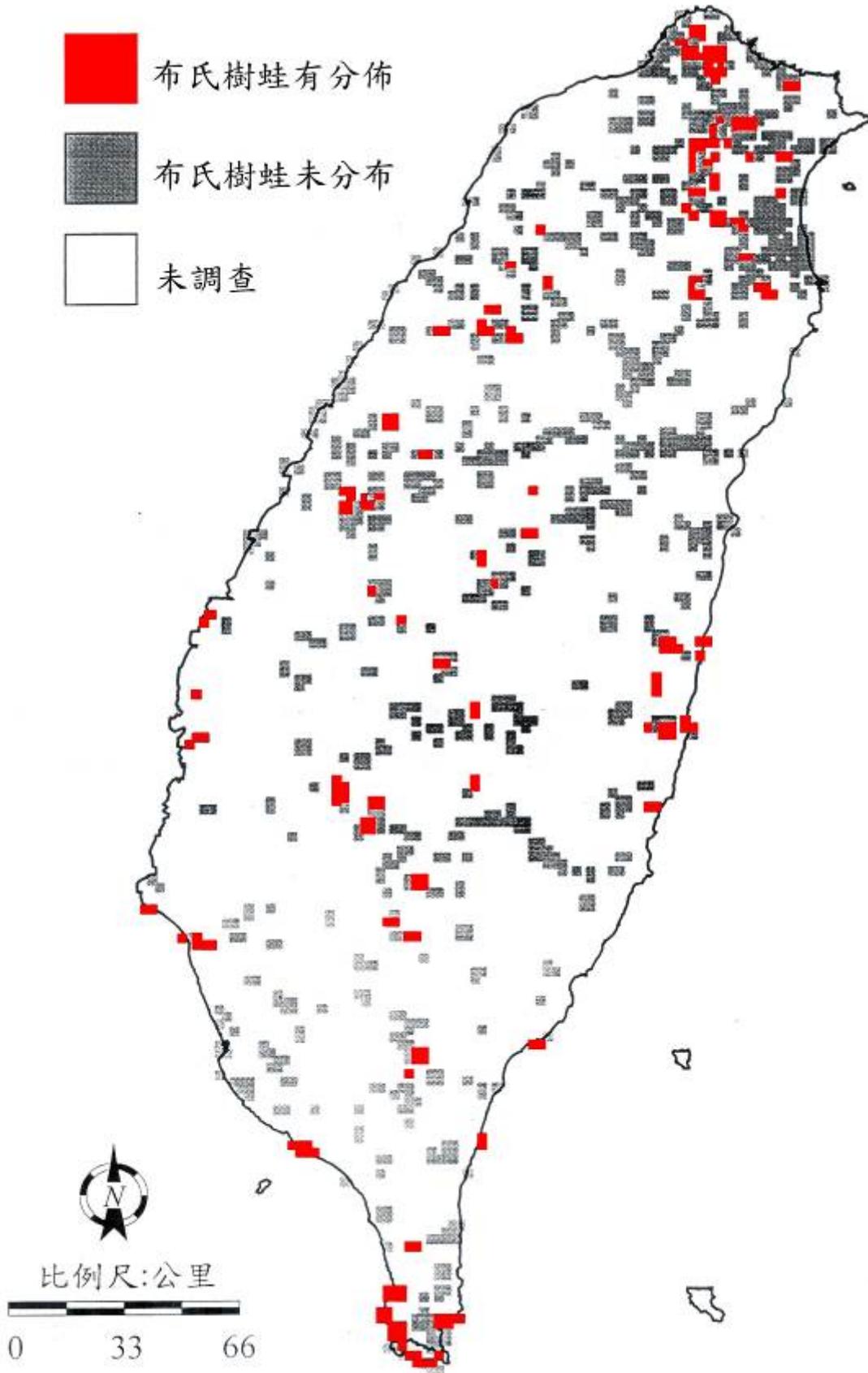


圖 6、1982-1990 布氏樹蛙分布圖，改繪至潘彥宏(1997)

5. 預測分布

為了解斑腿樹蛙在台灣還有哪些適合生存的地方，以現有分布點的氣候條件為基礎，預測出其它與分布點氣候條件相似的環境。選用 Maxent 3.3.7 版建立預測模式。分布資料格式轉換為逗點分隔檔案(comma separated values)，環境因子採用 WorldClim 建置的 19 個氣候變數，變數涵蓋年代為 1950-2000(表 2)，各變數解析度為 30 arc-second(約 1km)，使用 ArcGIS 9.3 轉換檔案格式為 ASCII 後，與分布資料放入模式建構。Maxent 程式操作設定以訓練範圍內所有的目標物種出現點位進行模式訓練，每一實驗組進行一次運算(run)；收斂臨界值(coverage threshold)設定為 0.00001；迭代次數上限(iteration limitation)為 500 次；最大背景值點位(max number of background points)為 10000；擬未出現的背景值在每一實驗組皆為隨機抽取的 10000 個網格。輸出類型選擇 logistic output；其它要素之規則依照軟體預設值(Negga 2007)。模式產出為 ASCII 格式的物種出現機率值。

表 2、進行預測使用的 19 個環境變數

編號	變數名稱	變數意義
BIO1	年均溫	每日平均氣溫總和/當年度日數 每個月的日氣溫差距(當日最高溫-當日最低溫)平均值
BIO2	月平均氣溫較差	月平均氣溫較差/年溫差
BIO3	等溫線	年溫差的標準差
BIO4	季節氣溫變異	最暖月中，當日氣溫最高
BIO5	最暖月最高溫	最冷月中，當日氣溫最低
BIO6	最冷月最低溫	最暖月最高溫-最冷月最低溫
BIO7	年溫差	溼度最高的三個月的月均溫
BIO8	最濕季均溫	溼度最低的三個月的月均溫
BIO9	最乾季均溫	氣溫最高的三個月的月均溫
BIO10	最暖季均溫	氣溫最低的三個月的月均溫
BIO11	最冷季均溫	度降雨量
BIO12	年雨量	溼度最高月份的降雨量
BIO13	最濕月降雨量	溼度最低月份的降雨量
BIO14	最乾月降雨量	年雨量標準差/平均
BIO15	季節降雨量	溼度最高三個月的月平均降雨量
BIO16	最濕季年雨量	溼度最低三個月的月平均降雨量
BIO17	最乾季雨量	氣溫最高三個月的月平均降雨量
BIO18	最暖季雨量	氣溫最高三個月的月平均降雨量
BIO19	最冷季雨量	氣溫最高三個月的月平均降雨量

(二) 佔有率研究：

為了解斑腿樹蛙在分布地可能佔據的範圍與偵測到的比率，並與原生蛙類比較，因此進行佔有率分析，調查方法與樣區皆沿用分布調查所進行的方格系統調查。分析則利用 MacKenzie *et al.*(2002)年使用的棲地佔據模式，透過軟體 PRESENCE (version 4.0) 計算並校正出物種的棲地佔有率與偵測率。佔有率是樣區被目標物種所佔據的機率，偵測率是目標物種在樣區調查中被偵測到的機率。斑腿樹蛙的繁殖季(4月-9月)為一個調查季節；物種在每次調查中是否被發現為該樣點的調查歷史。以各物種的調查歷史進行單季節模式，佔有率與偵測率在任何時候皆固定，估算其棲地佔有率與偵測率。因偵測率會影響佔有率，所以偵測率太低可能會影響整個的計算結果，也顯示調查方法有問題或者調查頻度太低。透過棲地佔據的估算可以瞭解方格系統中斑腿樹蛙與台灣的其它蛙類的分布，以做為長期監測斑腿樹蛙與台灣其它蛙類關係的基礎資料。

(三) 斑腿樹蛙與共域蛙類生活史及棲地利用

為了解斑腿樹蛙棲地偏好、生活史，以及與原生共域蛙類之間的關係，做為後續監測移除參考，此部份研究包含：1. 生活史、共域蛙種組成 2. 棲地利用。以下分別描述。

1. 生活史、共域蛙種組成

以挖仔尾、碧龍宮及台中都會公園為主要樣區。挖仔尾與碧龍宮於2012年1月-12月進行每月一次蛙類調查，並與去年資料(2011年4月-12月)合併分析。台中都會公園調查時間則為2012年4月-12月。紀錄種類、數量、生活型態、行為，以瞭解各樣區物種組成、優勢物種與斑腿樹蛙生活史。

2. 棲地利用

為了解斑腿樹蛙的棲地偏好與季節差異，藉此探討斑腿樹蛙與原生蛙類的競爭關係，選擇台中都會公園以及碧龍宮作為樣區。這兩個樣區棲地類型較為豐富，包含了農耕地、竹林、水池(永久性水域)、水桶(暫時性水域)、步道、溪(水溝)、樹林，且都紀錄曾觀察到斑腿樹蛙與布氏樹蛙。在2012年1月-12月進行每月一次蛙類例行調查(台中都會公園從2012年4月-12月)，調查時間為晚上6:30到晚上10:00，以目視遇測法與鳴叫計數法，紀錄種類、數量與利用的棲地。

楊懿如(2012)發現斑腿樹蛙偏好使用水桶進行繁殖，因此進行相關觀察以瞭解斑腿樹蛙在繁殖季選擇產卵的水桶尺寸是否有差異，作為未來對斑腿樹蛙使用水桶陷阱設計之參考。樣區選擇新北市八里區觀音山的方格系統，並於進行方格調查時記錄調查樣點中蓄水桶有無斑腿樹蛙蝌蚪或卵塊，同時使用魯班尺量測蓄水桶的尺寸(直徑和高度)，每次調查最少相隔一個月，每個樣點最多量測五個蓄水桶。

(四)食性分析：

食性分析為了解斑腿樹蛙的食性，藉此探討其在生態系扮演的角色與可能影響。食性分析研究步驟依序為 1.樣區選擇；2.個體採集；3.樣本處理；4.資料分析。以下分別描述。

1.樣區選擇

樣區以目前斑腿樹蛙族群量龐大、微棲地類型豐富且易於採樣的新北市八里區挖仔尾作為本研究的試驗地點，於其中挑選四個樣區進行斑腿樹蛙個體採集：(1)舊竹林樣區-有零星儲水容器但無大型人工水域的竹林環境；(2)新竹林樣區-有零星儲水容器且具大型人工水域的竹林環境；(3)土地公廟樣區-僅有少數零星儲水容器且於夜間有固定燈源的竹林環境；(4)岸邊菜園樣區-包夾於裸露沙地、大型蘆葦植叢及黃槿林間、有零星儲水容器且高度開闊的菜園環境(圖 7)。

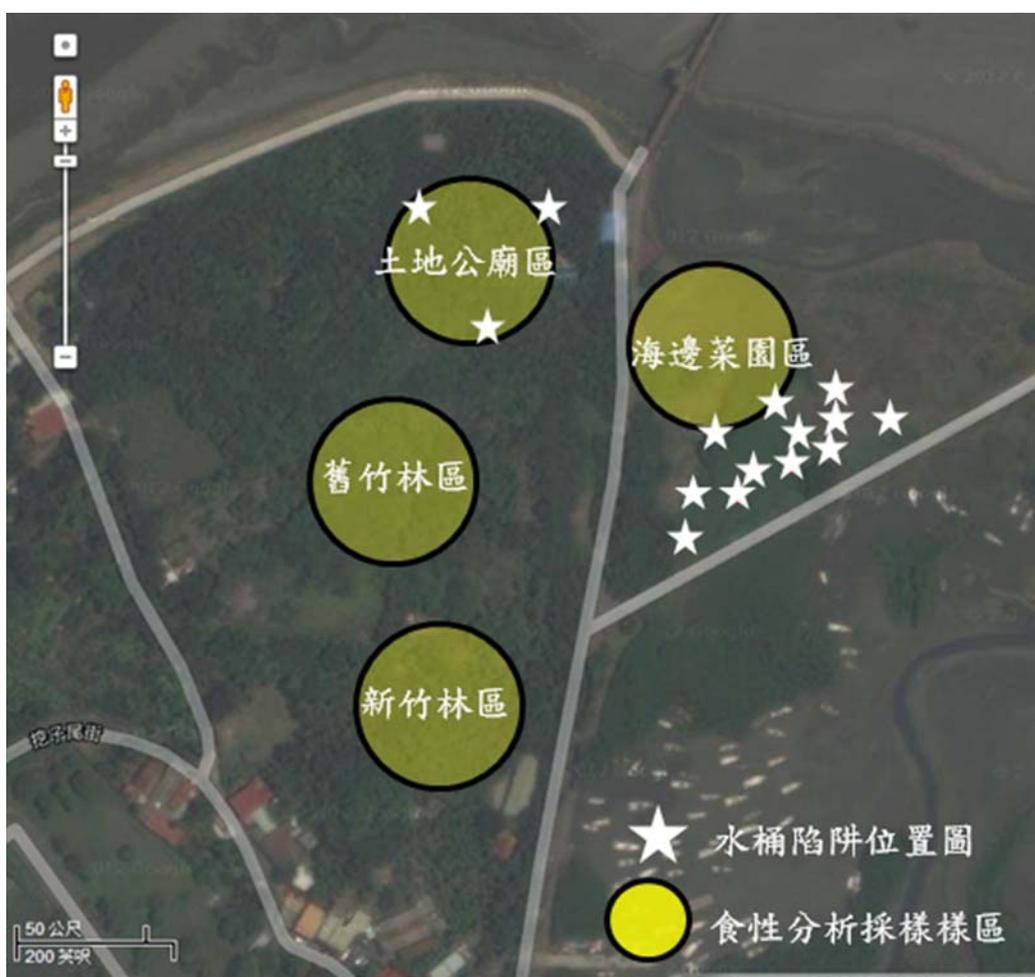


圖 7、挖仔尾研究樣區食性分析採樣樣區及水桶陷阱位置圖

2. 個體採集

以 2012 年 4 月-7 月份時段作為野外採集工作的前測試期，並於期間內進行試做及方法調整。正式採集工作自 8 月份開始，期間以每個月一次的採樣頻度進行斑腿樹蛙個體採集，並每兩個月進行一次無脊椎動物陷阱採集。考慮到斑腿樹蛙從開始活動到攝取足量食物的時段，夜行性蛙類食性分析的採樣時機多選在入夜後的 2 至 4 小時開始(Rodrigues *et al.* 2004; Dodd 2010)，此時通常可獲得較佳之腸胃含物狀況。每一樣區各設有採集穿越線，沿穿越線進行採集達 45 分鐘、或者連續 20 分鐘皆無個體尋獲即更換樣區，同時記錄每個樣區的採集開始與結束時間。採集時使用目視遇測法(visual encounter method)，直接利用手電筒對停棲個體進行搜尋，並以徒手或撈網捕獲。採集到的斑腿樹蛙個體以封口袋各別安置，給予編號並記錄其採集樣區名稱、微棲地描述、棲息點類型、棲息點離地高度和特殊行為等；各樣區採集完畢後依照採集先後順序進行吸入性藥劑安樂死(2000 report of the AVMA panel on euthanasia)、形質測量紀錄以及腸胃含物固定等後續處理。

操作吸入性藥劑安樂死時，將斑腿樹蛙個體裝入充滿乙醚氣體之密封玻璃罐內數分鐘致昏，令其完全昏迷死亡(即心跳停止且個體經拉扯、戳刺後仍無任何身體反應)。個體死亡後以電子游標卡尺(Mitutoyo corp 500-197)紀錄吻肛長(snout-vent length; SVL)，單位為 mm，紀錄至小數點後兩位；個體嘴寬(mouth width; MW)之測量單位同吻肛長，待攜回研究室進行個體解剖時一併測量紀錄。吻肛長測量後於個體左腿股部至脛部纏繞已預先製作好且寫上編號的鐵絲紙卡標籤，同時注射 10%福馬林溶液至體腔內進行固定，注射量視個體大小而異，約注射至該個體腹部微微鼓脹為止。完成測量、標記並固定完畢之個體隨即浸入裝有 75%酒精溶液的玻璃罐中保存，待日後攜回研究室進行腸胃含物解剖分析。

3. 樣本處理

攜回至研究室的斑腿樹蛙樣本儘快進行解剖、組織採樣、性別判定及腸胃含物的鑑定計算:以電子游標卡尺測量樣本嘴寬，單位為 mm，紀錄至小數點後兩位；隨後以解剖剪刀取下右腳整段足部(掌部及趾部)，並浸入裝有 70%酒精溶液的塑膠樣本罐中，保留肌肉及骨骼組織供日後進行 DNA 分析和趾骨鑑齡之用。以生殖腺判定個體性別並記錄:雄蛙具一對貼附於腎臟外側且容易觀察的米白色睪丸；雌蛙具一對貼附於腎臟外側的米黃色團狀卵巢，以及一對多層彎曲、呈現透明至米白色的帶狀輸卵管，繁殖季期間經常可發現淡黃色卵粒散佈於其中(圖 8)。取下的整段消化道區分為胃部、小腸(具絨毛段)及剩餘腸道三個部分，個別計算其中內容物數量並鑑定類別。脊索動物門、節肢動物門至少鑑定至目(Order)分類階層；軟體動物門、環節動物門至少鑑定至綱(Class)分類階層，若發現植物殘餘或碎片則將其視為意外誤食(Silva *et al.* 2009)。完成鑑定計數之腸胃內含物，全數保存於裝有 70%酒精溶液之塑膠樣本罐中，供後續測量比對之用。

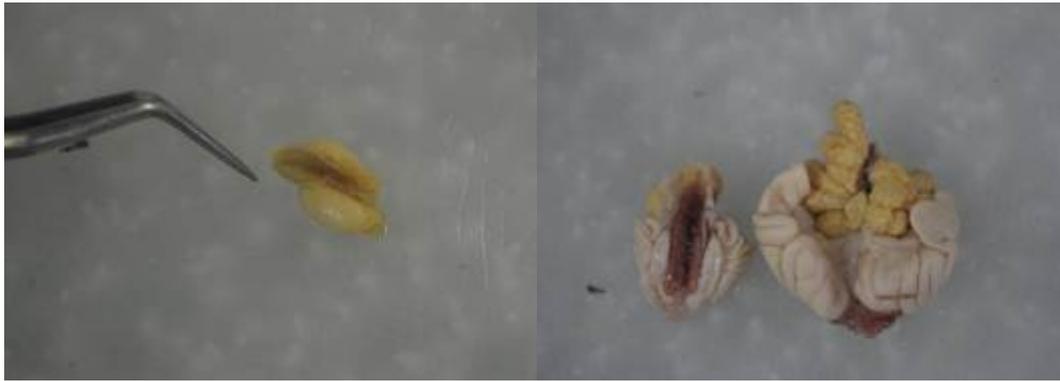


圖 8、雄蛙貼附於腎臟的睪丸(左圖)、雌蛙的卵巢及輸卵管(右圖)。

4. 資料分析

斑腿樹蛙胃內含物鑑定計數完畢後，計算各食物類別的出現頻率(FO)，做為表示某食物類別存在於所有個體之普遍性。其公式如下：

$$FO_i = (n_i / N) * 100 \%$$

(含有食物類別 i 的個體數/總個體數)*100%

(五) 移除：

為避免斑腿樹蛙持續擴散，從已確認有斑腿樹蛙分布的地點中，挑選數個族群密度高的地區，進行每個月一次監測與移除。這些地區分別為新北市八里區挖仔尾、新北市鶯歌區碧龍宮、彰化縣田尾鄉、台中市西屯區台中都會公園、屏東縣高樹鄉大路觀。監測移除活動由東華大學兩棲保育研究室與兩棲保育志工團隊進行，各地區負責團隊與移除期間如表3。

表3、斑腿樹蛙固定移除地點、時間與負責團隊

縣市	樣區名稱	負責團隊	調查期間
新北市	挖仔尾	東華大學兩棲保育研究室、 八里 N 團隊	2012/01 月-12 月
新北市	碧龍宮	東華大學兩棲保育研究室、 台北牡丹心團隊	2012/01 月-12 月
台中市	台中都會公園	東華大學兩棲保育研究室、 台中都會公園美白去斑大隊	2012/05 月-12 月
雲林縣	褒忠	東華大學兩棲保育研究室	2012/04 月-10 月
彰化縣	田尾	彰化鳥會	2012/03 月-12 月
屏東縣	大路觀	屏東鳥會	2012/06 月-09 月

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迅速置入-20°C 冰箱中冷凍，數日後直接取出掩埋即可，或以宅配

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。

楊懿如(2012)指出，斑腿樹蛙具有良好的適應力，且存在棲地的類型多樣，族群量也相當龐大，若要有效控制斑腿樹蛙的族群並避免擴散，必須多管齊下。因此除了人力移除外，增加陷阱移除以提升成效。陷阱架設樣區選定挖仔尾與台中都會公園，主動吸引斑腿樹蛙前來使用。陷阱分為 3 類(1)普力桶:自 2012 年 7 月開始架設於挖仔尾地區。普力桶陷阱分為 2 款，第一款為 780mm×560mm×480mm 的橘色方形塑膠桶(圖 9)，第二款為容量約 86L 的橘色圓形塑膠桶(圖 10)，架設時桶內裝水 7 分滿。架設環境為海邊菜園區旁的蘆葦叢(6 個，5 方形 1 圓形)、黃槿林(6 個，2 方形 4 圓形)；土地公廟旁的竹林(3 個，皆為方形)(圖 7)。陷阱巡視頻度每月一次，於進行固定樣區監測移除時進行，移除成蛙、蝌蚪及卵塊。(2)垃圾桶:自 2012 年 4 月開始架設於台中都會公園，垃圾桶陷阱為 11L 的藍色塑膠水桶(圖 11)，架設時桶內裝水 7 分滿，並於八分滿的位置鑽洞，避免下雨時水位過高。架設地點為台中都會公園斑腿樹蛙出現點的周圍：日晷區架設 20 組、木棧道生態池架設 5 組、水生池架設 10 組、景觀池架設 15 組、公共廁所架設 10 組。陷阱分布點如(圖 12)。(3)PVC 管:普力桶與垃圾桶皆為引誘斑腿樹蛙前來產卵，PVC 管則是利用管內陰暗狹窄的特性，吸引斑腿樹蛙躲藏利用。一組 PVC 管陷阱由 2-3 根 PVC 管組成，以束帶固定，增加躲藏的地方。自 2012 年 10 月斑腿樹蛙繁殖期結束後，架設於挖仔尾地區蘆葦叢 3 個普力桶陷阱旁(圖 13)。



圖 9、放置於挖仔尾的方形普力桶陷阱



圖 10、放置於挖仔尾的圓形普力桶陷阱



圖 11、放置於台中都會公園的垃圾桶陷阱。



圖 12、台中都會公園陷阱分布圖



圖 13、架設於挖仔尾地區的 PVC 管陷阱

(六)培訓研習

為培訓志工協助控制，選定新北市八里區挖仔尾、台中都會公園兩處斑腿樹蛙族群密度高的地區，與當地政府機關與民間保育團體合作，以辦理工作假期與活動的方式，宣導外來種議題，鼓勵持續參與移除，協助保育。自 2011 年 1 月 1 日至 2012 年 12 月 31 日止，共計舉辦 7 次培訓研習與活動，辦理日期與單位如表 4。

表 4、培訓研習辦理日期與單位一覽表

日期	活動名稱	辦理單位
2012/03/10	「外來種斑腿樹蛙監測與控制」工作假期培訓課程	新北市政府教育局、永續環境教育中心、荒野保護協會、東華大學兩棲保育研究室
2012/03/31	斑腿樹蛙移除活動	屏東縣野鳥學會、東華大學兩棲保育研究室
2012/04/07	別和原生蛙類說再見	台中都會公園、荒野保護協會、東華大學兩棲保育研究室
2012/04/21	別和原生蛙類說再見	台中都會公園、荒野保護協會、東華大學兩棲保育研究室
2012/05/26	動物園斑腿樹蛙移除計畫	台北市立動物園、東華大學兩棲保育研究室
2012/07/24	彰化縣生物多樣性保育—斑腿樹蛙移除座談會	彰化縣政府、彰化縣野鳥學會、田尾國小、東華大學兩棲保育研究室
2012/10/27	因為愛，我們分享幸福~ 臺中都會公園 12 週年園慶愛心嘉年華	台中都會公園、荒野保護協會、東華大學兩棲保育研究室

四、結果與討論

(一) 斑腿樹蛙分布現況

1. 兩棲保育志工團隊普查：

2012 年共計有 39 個團隊進行調查。調查樣區涵蓋了 18 個縣市、127 個鄉鎮區與 911 個樣區，並上傳了 21,206 筆調查資料(圖 14)。其中有 229 個樣區(25.3%) 發現斑腿樹蛙，共調查到雄蛙 1,984 隻次、雌蛙 321 隻次、幼蛙 197 隻次、卵塊 104 個以上。

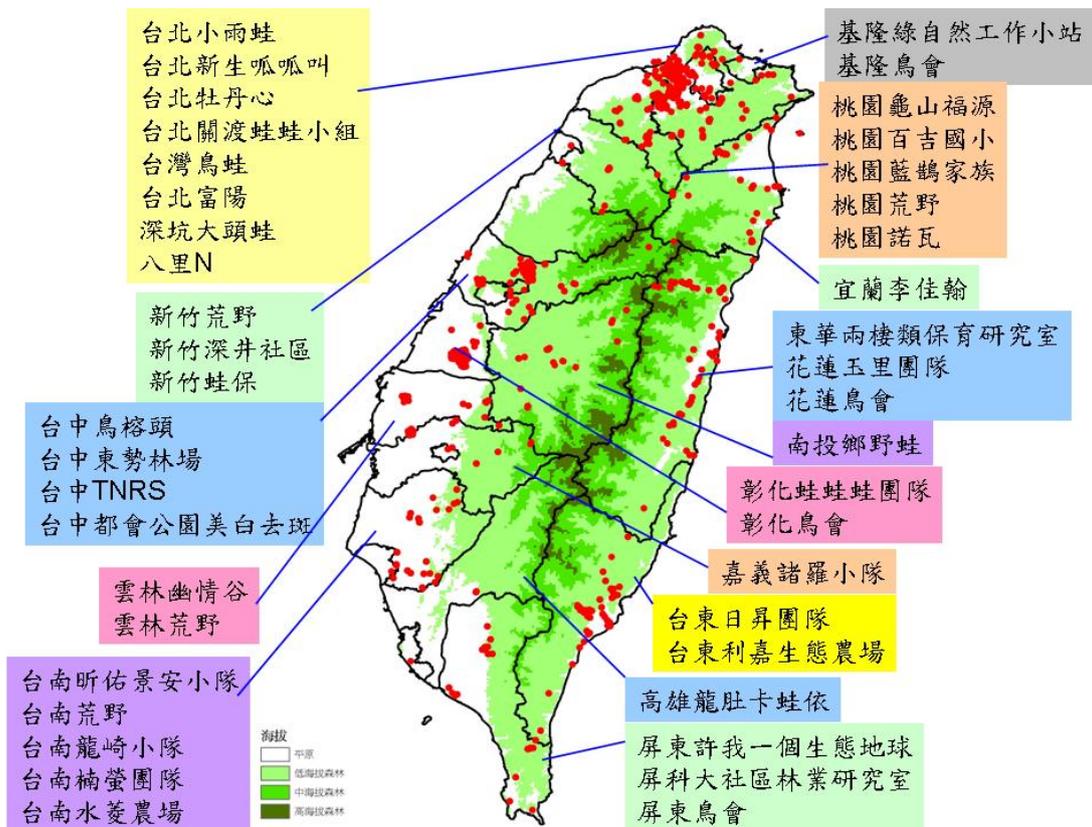


圖 14、2012 年參與調查的志工團隊分布圖，紅點為志工調查樣區

2. 一般民眾與蛙友通報分布：

2012 年共計 28 筆通報記錄(表 5)，其中 23 筆確認有斑腿樹蛙分布、4 筆確認為誤認，另有 1 筆(11/23 於中壢龍崗)因通報時間已超過斑腿樹蛙繁殖期，且距離和已確認有斑腿樹蛙分布地點較遠，仍待確認。通報方式主要為東華大學兩棲保育研究室信箱通報與台灣兩棲保育志工 Facebook 社團通報，分別為 15 筆與 10 筆。通報時間集中在 4 月-10 月斑腿樹蛙繁殖期，因此多為聽到鳴叫或看到活動的成蛙後通報。

表 5、2012 年斑腿樹蛙通報紀錄

通報日期	通報縣市	通報地點	通報方式	確認情形
2012/02/19	台中市	新社區新社國小	信箱	有
2012/03/27	雲林	褒忠	信箱	有
2012/04/12	彰化	永靖	信箱	有
2012/04/13	彰化	溪湖	信箱	有
2012/04/17	新北市	樹林區台北大學	私人通訊	有
2012/04/20	台中市	新社區七分荒塘	信箱	有
2012/04/21	彰化縣	北斗鎮七星里	Facebook	有
2012/04/27	彰化縣	北斗鎮螺陽國小	信箱	有
2012/04/27	彰化縣	田尾鄉田尾國小	信箱	有
2012/04/27	彰化縣	田尾鄉田尾國中	信箱	有
2012/04/27	彰化縣	田尾鄉打廉村	信箱	有
2012/05/09	桃園縣	大溪鎮好時節農場	Facebook	有
2012/05/18	台北市	南港區後山埤	Facebook	有
2012/06/10	花蓮縣	光復鄉馬太鞍	Facebook	無
2012/06/11	新北市	貢寮區福隆火車站	信箱	無
2012/07/06	高雄縣	大樹區三和路	Facebook	可能有，註 ¹
2012/07/29	桃園縣	龜山鄉大崗國中	Facebook	有
2012/07/29	新北市	樹林區大同山	信箱	有
2012/08/06	彰化縣	員林鎮張小姐家	Facebook	有
2012/09/05	台東縣	利嘉林道	媒體報導	無
2012/09/10	桃園縣	鶯歌鎮明園街	私人通訊	有
2012/09/10	桃園縣	南崁五酒桶山	Facebook	有
2012/09/17	南投縣	名間鄉濁水村	信箱	無
2012/10/	台中市	沙鹿鎮	Facebook	有
2012/10/31	彰化縣	埔鹽鄉稻香農場	信箱	有
2012/11/01	桃園縣	楊梅鎮華德福	青蛙學堂網 站留言	可能有，註 ²
2012/11/23	桃園縣	中壢市龍崗	信箱	待確認
2012/12/21	台北市	虎山	Facebook	可能有，註 ³

註¹ 大樹區三和路通報後，先由"屏東許我一個生態地球"志工團隊就近前往調查，當時確認為斑腿樹蛙鳴叫並移除。但後續兩棲保育研究室前往調查沒有發現斑腿樹蛙，因此未來將持續監測以了解現況。

註² 華德福小學與已確認有斑腿樹蛙分布的 731 號埤塘，直線距離僅 1km，應可確認有斑腿樹蛙分布。

註³ 虎山與已確認有斑腿樹蛙分布的後山埤、南港公園，直線距離僅 2km，加上通報照片明確，應可確認有斑腿樹蛙分布。

3. 方格系統調查:

在 288 個調查方格中，有 121 個方格(附錄三)調查到斑腿樹蛙(42.9%)，顯示斑腿樹蛙在各個分布點分布廣泛。斑腿樹蛙分布最廣泛的地區為林口台地(60%，15/25)；其次為新社石岡(60%，21/35)。各區斑腿樹蛙分布比例如表 6。

表 6、斑腿樹蛙於各方格系統分布比例

方格系統	方格總數	有斑腿樹蛙的方格數	分布比例(%)
林口台地、鶯歌	25	15	60
新社石岡	35	21	60
台中都會公園	9	5	55.6
觀音山	48	25	52.1
田尾	48	20	41.7
蘆洲、新莊、樹林、板橋、土城	51	21	41.2
桃園	36	13	36.1
小木屋農場	9	3	33.3
大路觀	9	3	33.3
雲林褒忠、北港	18	1	5.6

(4) 歷史調查:

將斑腿樹蛙分布確認點與潘彥宏(1997)的布氏樹蛙分布圖進行疊合。結果顯示，在斑腿樹蛙分布的 151 個 2km×2km 方格中，有 53 個是過去曾有調查，但未發現布氏樹蛙；其餘 98 個斑腿樹蛙分布方格則過去無調查資料(圖 15)。而在過去有發現布氏樹蛙的 1099 個方格中，無任何方格與斑腿樹蛙分布的方格重疊，顯示斑腿樹蛙與布氏樹蛙的分布型態完全不同。

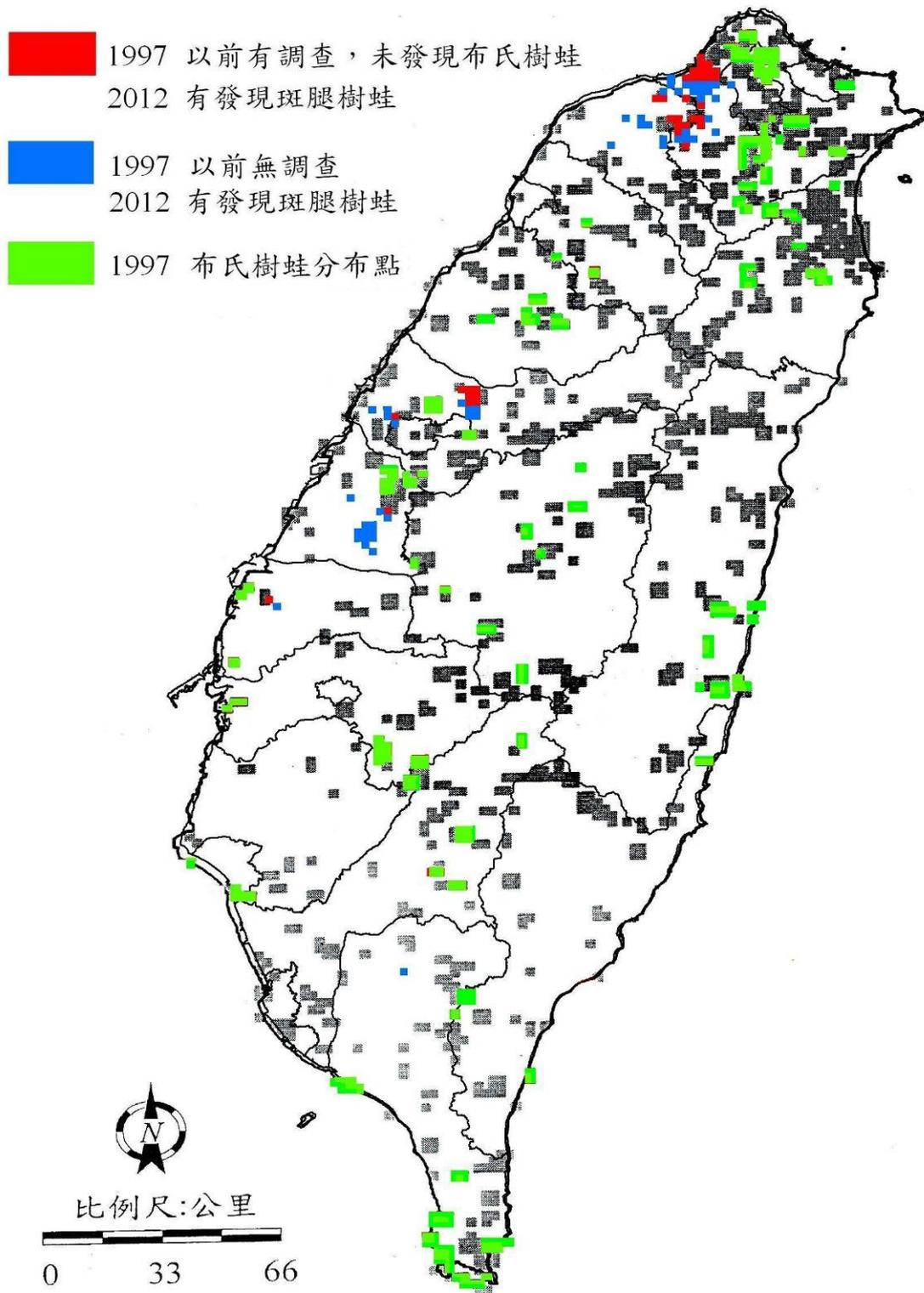


圖 15、布氏樹蛙歷史分布資料與斑腿樹蛙分布圖。改繪自潘彥宏(1997)

6. 分布預測

以 Maxent 建構的斑腿樹蛙分布模式 AUC 值達 0.979，模式結果為可信賴。模式產出的斑腿樹蛙出現機率圖如圖 16，顏色越深者分布機率越高。結果顯示分布機率高之地區從台北市開始，沿著平原與低海拔山區至新北市、桃園縣、新竹縣、苗栗縣、台中市、彰化縣、雲林縣與部分南投縣，範圍廣泛。若以"遺漏值、預測區域及閾值平衡法(balance training omission, predicted area and threshold value)"做為閾值(threshold)，則有分布的方格佔全部方格的 19.6%(7531/38367)(圖 17)。在環境因子的反應曲線方面，海拔(圖 18)以 500m 以下出現機率較高，超過 1000m 出現機率則趨近於零；氣溫則偏好高溫，不論是年均溫(BIO1)、最暖月最高溫(BIO5)、最冷月最低溫(BIO6)、最濕季年均溫(BIO8)、最乾季年均溫(BIO9)、最暖季年均溫(BIO10)、最冷季年均溫(BIO11)等氣溫相關因子，皆為氣溫較高時出現機率較高(圖 19)。

綜合以上結果，斑腿樹蛙已出現於台北市、新北市、桃園縣、台中市、彰化縣、雲林縣、屏東縣，分布地點如附錄二，分布圖如附錄三。與 2011 年發現地點相比，今年新紀錄的地點高達 106 個，推測原因為(1)擴大調查範圍:今年於已確認有分布地點周圍劃設方格系統，增加調查範圍與樣點。(2)兩棲保育志工團隊的投入:兩棲保育研究室與志工團隊交流密切，有例如調查資訊網、青蛙電子報等許多互動管道，藉由交流宣導鼓勵志工團隊參與斑腿樹蛙調查與監測。(3)宣導與通報系統:藉由媒體報導與辦理研習培訓，對一般民眾進行宣導，並提供 Facebook、電子信箱等做為通報平台，一般民眾發現疑似斑腿樹蛙後便能立即通報。

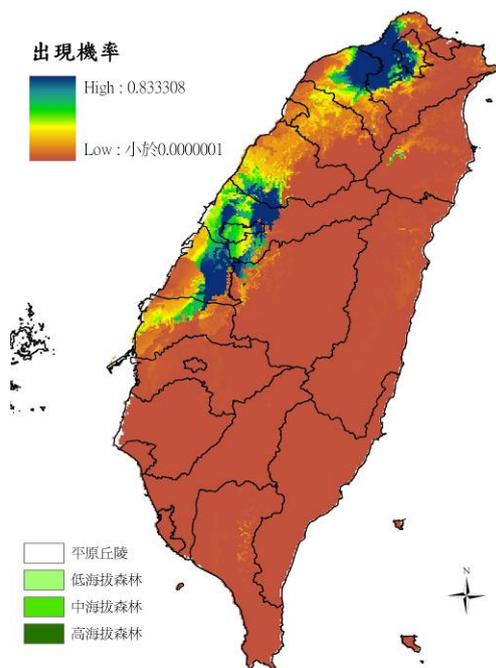


圖 16、斑腿樹蛙分布機率圖

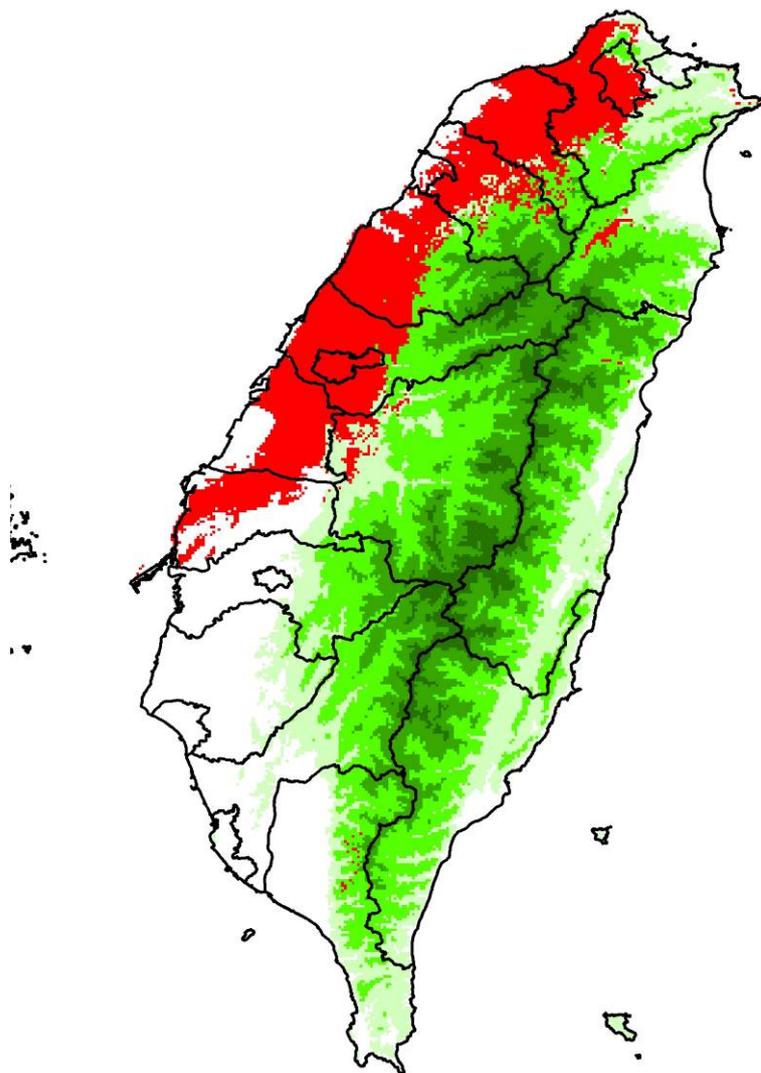


圖 17、斑腿樹蛙預測分布圖

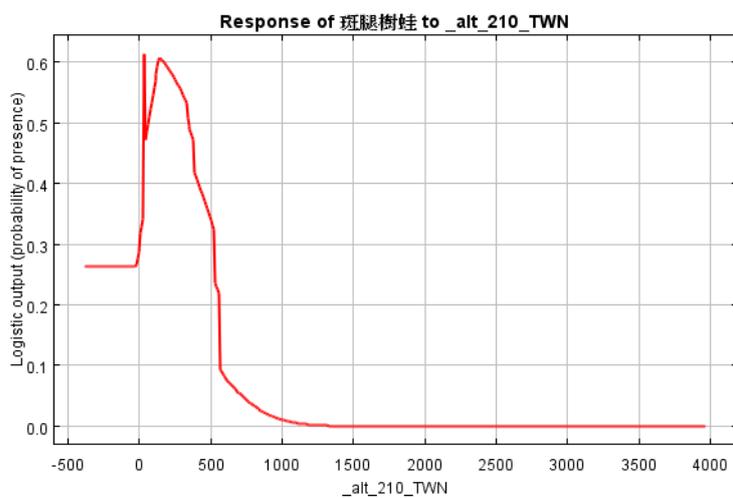


圖 18、斑腿樹蛙海拔反應曲線

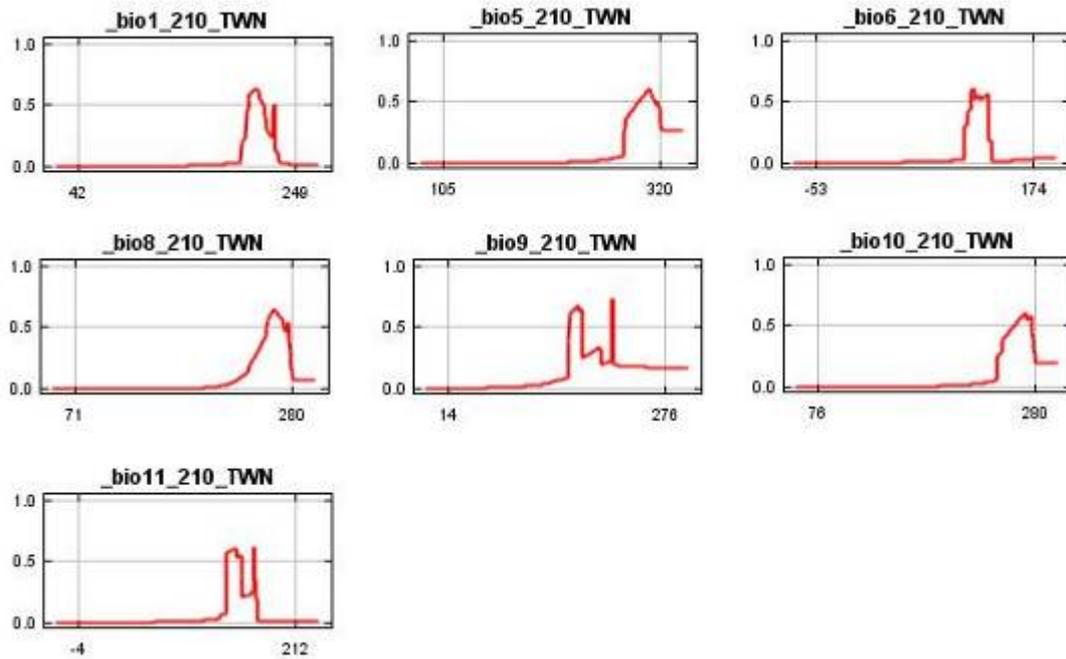


圖 19、斑腿樹蛙與氣溫相關因子反應曲線

(二) 佔有率研究

各地區方格系統以單季節模式，分別估算各地各物種的棲地佔有率與偵測率，由於有些物種被記錄到的筆數過少(小於 5 筆)無法產生有意義的估算結果，故不列入分析。表 7-表 14 顯示斑腿樹蛙在各地區佔有率和偵測率，除了雲林與彰化地區，斑腿樹蛙的佔有率與偵測率皆高於 0.4，而且在所有蛙類佔有率排名中位於前三名。在各地之佔有率以新社石岡最高 0.6178，桃園 0.6098 次之；偵測率以雲林最高 1，次之為觀音山 0.9335。雲林的偵測率為 1 最高，但佔有率為 0.0333 很低，原因可能是在 18 個網格只有 1 個網格中發現斑腿樹蛙，這顯示目前分布於雲林的斑腿族群還未擴散，但仍需持續的監測。彰化地區的調查方格有 48 格，有斑腿樹蛙分布為 20 格，但佔有率只有 0.2121 偏低，偵測率 0.6 很高，顯示彰化地區的斑腿樹蛙仍只侷限在部分地點。經由上述結果來看，除了彰化和雲林地區，斑腿樹蛙分布相當普遍，且很容易被偵測。

表 7、觀音山地區各種蛙類佔有率與偵測率

種類	佔有率(原)	佔有率	SE	偵測率	SE
斑腿樹蛙	0.56	0.5602	0.0497	0.9335	0.0195
中國樹蟾	0.19	0.2549	0.0635	0.3661	0.0863

未進行分析的物種:小雨蛙、貢德氏赤蛙、澤蛙、褐樹蛙

表 8、新北市(蘆洲、新莊、樹林、板橋、土城)各種蛙類佔有率與偵測率

種類	佔有率(原)	佔有率	SE	偵測率	SE
澤蛙	0.4938	0.5823	0.0737	0.4665	0.0576
斑腿樹蛙	0.4444	0.4824	0.0621	0.5716	0.0563
貢德氏赤蛙	0.4198	0.6033	0.1094	0.3274	0.0645
小雨蛙	0.321	0.4783	0.1076	0.3098	0.0735
黑眶蟾蜍	0.3704	0.4597	0.0772	0.4207	0.0678
拉都希氏赤蛙	0.1481	0.1939	0.0605	0.382	0.1083
褐樹蛙	0.0617	0.1394	0.1142	0.1771	0.1515
虎皮蛙	0.0494	0.0955	0.0764	0.2155	0.1777
長腳赤蛙	0.0494	0.0955	0.0764	0.2155	0.1777
布氏樹蛙	0.0494	0.0519	0.0256	0.634	0.1585
日本樹蛙	0.0494	0.0503	0.0246	0.7362	0.1372
福建大頭蛙	0.0247	0.0248	0.0173	0.8292	0.1592

未進行分析的物種:中國樹蟾、面天樹蛙、腹斑蛙、斯文豪氏赤蛙、台北樹蛙

表 9、碧龍宮、福源山步道、春天農場各種蛙類佔有率與偵測率

種類	佔有率(原)	佔有率	SE	偵測率	SE
澤蛙	0.75	0.7701	0.0712	0.7034	0.0528
貢德氏赤蛙	0.525	0.5787	0.0919	0.5472	0.0753
斑腿樹蛙	0.525	0.5476	0.0835	0.6544	0.0675
小雨蛙	0.175	0.5101	0.4306	0.1307	0.1167
黑眶蟾蜍	0.3704	0.4597	0.0772	0.4207	0.0678
拉都希氏赤蛙	0.35	0.3803	0.0845	0.5697	0.0905
福建大頭蛙	0.35	0.3803	0.0845	0.5697	0.0905
日本樹蛙	0.225	0.2815	0.0941	0.4144	0.1241

未進行分析的物種:盤古蟾蜍、中國樹蟾、虎皮蛙、長腳赤蛙、牛蛙、斯文豪氏赤蛙、台北樹蛙

表 10、桃園各種蛙類佔有率與偵測率

種類	佔有率(原)	佔有率	SE	偵測率	SE
斑腿樹蛙	0.4054	0.6098	0.1939	0.4211	0.1423
澤蛙	0.4054	0.6098	0.1939	0.4211	0.1423
黑眶蟾蜍	0.3514	0.5766	0.2233	0.375	0.1543

未進行分析的物種:小雨蛙、中國樹蟾、長腳赤蛙、貢德氏赤蛙

表 11、台中大肚山各種蛙類佔有率與偵測率

種類	佔有率(原)	佔有率	SE	偵測率	SE
斑腿樹蛙	0.45	0.4788	0.1207	0.725	0.1024
黑眶蟾蜍	0.35	0.3803	0.1195	0.5697	0.128
布氏樹蛙	0.25	0.3035	0.1308	0.4393	0.165
澤蛙	0.2	0.2618	0.1383	0.382	0.1876

未進行分析的物種:小雨蛙、中國樹蟾、貢德氏赤蛙

表 12、新社石岡各種蛙類佔有率與偵測率

種類	佔有率(原)	佔有率	SE	偵測率	SE
斑腿樹蛙	0.5714	0.6178	0.0861	0.5937	0.0686
中國樹蟾	0.5	0.5365	0.0854	0.5917	0.0724
澤蛙	0.4524	0.503	0.4049	0.2727	0.125
面天樹蛙	0.4048	0.4152	0.3268	0.5195	0.0697
黑眶蟾蜍	0.4048	0.5168	0.1164	0.3993	0.0907
拉都希氏赤蛙	0.3571	0.387	0.0825	0.4742	0.0871
布氏樹蛙	0.2619	0.2807	0.0742	0.378	0.0998
日本樹蛙	0.1429	0.1905	0.0906	0.5	0.2165

未進行分析的物種:小雨蛙、牛蛙、長腳赤蛙、貢德氏赤蛙、金線蛙、褐樹蛙、莫氏樹蛙

表 13、雲林各種蛙類佔有率與偵測率

種類	佔有率(原)	佔有率	SE	偵測率	SE
澤蛙	0.8	0.8753	0.0889	0.5585	0.0698
黑眶蟾蜍	0.7	0.7606	0.097	0.5697	0.0739
虎皮蛙	0.2333	0.2667	0.0935	0.5	0.135
貢德氏赤蛙	0.2333	0.2887	0.1078	0.4234	0.1403
小雨蛙	0.0811	1	0.0001	0.0405	0.0229
斑腿樹蛙	0.0333	0.0333	0.0328	1	0

未進行分析的物種:花狹口蛙

表 14、彰化田尾各種蛙類佔有率與偵測率

種類	佔有率(原)	佔有率	SE	偵測率	SE
澤蛙	0.9293	0.9458	0.0268	0.7404	0.0284
黑眶蟾蜍	0.5556	0.7601	0.095	0.3544	0.0507
斑腿樹蛙	0.2121	0.2525	0.0551	0.6	0.1058

未進行分析的物種:小雨蛙、拉都希氏赤蛙、貢德氏赤蛙

(三)斑腿樹蛙生活史、共域蛙種及棲地利用

1.生活史

從八里挖仔尾、鶯歌碧龍宮(調查時間 2011 年 4 月-2012 年 12 月)及台中都會公園(調查時間 2012 年 4 月-12 月)的調查紀錄發現，斑腿樹蛙雄蛙和雌蛙整年可見，但雄蛙鳴叫月份約在 4 月-9 月，卵泡出現的月份為 3 月-9 月，蝌蚪為 1 月-10 月，幼蛙為 4 月-12 月(表 15-表 17)。由以上資料顯示，斑腿樹蛙繁殖季為雄蛙有鳴叫且發現卵泡的 4 月-9 月；蝌蚪除了繁殖季外，在非繁殖季的 1 月和 10 月仍可發現，顯示有過冬的情況；蝌蚪陸陸續續變態成幼蛙，因此從 4 月繁殖季開始一直到非繁殖季的 12 月皆可發現幼蛙。

表 15、2011 年 4 月-2012 年 12 月八里挖仔尾斑腿樹蛙的生活型態

年	月	雄蛙	雌蛙	卵泡	蝌蚪	幼蛙	
2011	4	●	※	※		※	
	5	●	※		※		
	6	●	※				
	7	●	※				
	8	●	※				
	9	●	※				
	10	※	※				
	11	※			※	※	
	12						
	2012	1	※				
		2	※				
		3	※				
4		●	※	※	※	※	
5		●	※	※	※		
6		●	※	※	※	※	
7		●	※		※	※	
8		●	※		※	※	
9		●	※	※	※	※	
10		※	※				
11		※	※			※	
12		※				※	

●:發現雄蛙並鳴叫

※:出現此生活階段

表 16、2011 年 4 月-2012 年 12 月鶯歌碧龍宮斑腿樹蛙的生活型態

年	月	雄蛙	雌蛙	卵塊	蝌蚪	幼體	
2011	4	●	※	※			
	5	●	※	※			
	6	●					
	7	●	※	※			
	8	●	※			※	
	9	※					
	10	※				※	
	11	※	※				
	12						
	2012	1				※	
		2					
		3	※	※	※	※	
4		●	※	※	※		
5		●	※	※	※	※	
6		●	※	※	※		
7		●	※	※	※		
8		※	※		※		
9		※	※			※	
10		※	※				
11		※					
12						※	

●:發現雄蛙並鳴叫

※:出現此生活階段

表 17、2012 年 4 月-12 月台中都會公園斑腿樹蛙的生活型態

年	月	雄蛙	雌蛙	卵泡	蝌蚪	幼蛙
2012	4	●	※	※	※	※
	5	●	※	※	※	
	6	●	※		※	
	7	●		※		
	8	●	※			
	9	※	※			
	10	※	※			※
	11	※	※			※
	12	※	※			

●:發現雄蛙並鳴叫

※:出現此生活階段

2. 共域蛙類組成

根據八里挖仔尾、鶯歌碧龍宮、台中都會公園 2012 年的調查，以碧龍宮 14 種蛙類 715 隻次種類最多，其次為挖仔尾 10 種蛙類 1132 隻次、台中都會公園 8 種 565 隻次。挖仔尾的蛙類數量以斑腿樹蛙最多，佔所有蛙種總隻次的 69%(785/1132)，其次為中國樹蟾 9%(97/1132)(表 18)。碧龍宮的蛙類數量以拉都希氏赤蛙最多，佔所有蛙種總隻次的 29%(211/715)，斑腿樹蛙則佔 14.9%(107/715)(表 19)。台中都會公園是今年才開始進行調查斑腿樹蛙調查的地點，以斑腿樹蛙最多，佔所有蛙種總隻次的 53.6%(303/565)，中國樹蟾佔 16.8%(95/565)次之，而與斑腿樹蛙相似的布氏樹蛙只佔 3.5%(20/565)(表 20)。台中都會公園在 4 月、5 月、7 月調查記錄到斑腿樹蛙與布氏樹蛙在同一水域岸邊鳴叫，在其它月份則沒記錄到布氏樹蛙。

比較 2012 年與 2011 年的挖仔尾調查資料，斑腿樹蛙在 2012 年佔所有蛙種總隻次的 69%(785/1132)，比 2011 年的 56%(135/237)還多，顯示在挖仔尾的斑腿樹蛙族群量極高。挖仔尾蛙類在種類上比去年多 3 種：腹斑蛙、拉都希氏赤蛙與牛蛙，都在 7 月、8 月連續大雨過後才被調查發現，這 3 種蛙在台灣都是容易偵測的物種，不太可能至今年 7 月、8 月才被調查發現，推測可能是被水從其它地方沖到地勢較低的挖仔尾。碧龍宮蛙類在種類上 2012 年比 2011 年少紀錄了面天樹蛙，面天樹蛙在碧龍宮數量不多，可能是受到調查時的天氣影響，以至於沒有記錄，未來仍需持續觀察。2012 年碧龍宮各種蛙類的數量比例，拉都希氏赤蛙佔所有蛙種總隻次的比例 29.5%(211/715)與去年的 29.4%(159/514)差不多，顯示拉都希氏赤蛙的族群在碧龍宮相當的穩定，而斑腿樹蛙 2012 年佔所有蛙種總隻次的 14.9%(107/715)，比 2011 年的 27.5%(149/541)減少許多。

表 18、挖仔尾 2012 年每月調查物種與數量表

種類	月份												總計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
黑眶蟾蜍				2		1	4	3	6	9	24	5	54
小雨蛙		1		15	2	5	2	2	6	18	21	17	89
中國樹蟾	3	10	2	3	4	24	6	2	7	6	14	16	97
腹斑蛙								1					1
牛蛙									1				1
拉都希氏赤蛙									1				1
貢德氏赤蛙				2	1	3	1	1	10	8	2	1	29
長腳赤蛙	22	1								2	1	1	27
澤蛙				1		1	4	2	5	16	13	6	48
斑腿樹蛙	1	1	1	63	56	87	76	43	122	132	197	6	785
總計	26	13	3	86	63	121	93	54	158	191	272	52	1132

表 19、鶯歌碧龍宮 2012 年每月調查物種與數量表

種類	月份												總計	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
黑眶蟾蜍	1				2	2		1	5	1			12	
盤古蟾蜍	6		3	2	2						7	7	27	
小雨蛙			2	7	2	4		3	1	1			20	
牛蛙			1	2	1	1		4	2		3		14	
貢德氏赤蛙				4	4	6		3	2	2			21	
拉都希氏赤蛙	23	12	19	23	20	26		13	5	21	25	24	211	
長腳赤蛙	11		1								7	8	1	28
虎皮蛙	2													2
福建大頭蛙	5	4	7	11	7	16	4	12	9	13	4	4	96	
澤蛙	1			17	6	8		4	14	48	3	9	110	
台北樹蛙	8	6								1			15	
日本樹蛙				7	11	25		4	1	1			49	
褐樹蛙			1	1									3	
斑腿樹蛙			6	31	15	19	10	5	6	13	2	0	107	
總計	57	22	40	105	70	107	14	49	45	109	52	45	715	

表 20、台中都會公園 2012 年每月調查物種與數量表

物種	月份										總計
	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
黑眶蟾蜍	8		2		3	5	12	3	1		34
小雨蛙	40	20		20		1					81
中國樹蟾	31	10	2		5	13	19	14	1		95
澤蛙	3		2		1		1				7
虎皮蛙	2		1								3
貢德氏赤蛙	4	3	8	5	2						22
布氏樹蛙	5	5		10							20
斑腿樹蛙	15	11	3	39	31	72	100	24	8		303
總計	108	49	18	74	42	91	132	41	10		565

綜合以上結果顯示，經過 2011 年 4 月到 2012 整年的調查與移除，挖仔尾及台中都會公園的斑腿樹蛙總隻次的比例仍佔大多數，超過 53%，為絕對的優勢種。碧龍宮地區可能因為原生蛙類較豐富，加上每個月一次的志工移除控制了斑腿樹蛙的數量，斑腿樹蛙總隻次比例低於 28%，而且 2012 年總隻次的比例較 2011 年低。不過野生蛙類族群本來就會自然的消長，未來在挖仔尾、碧龍宮與台中都會公園仍需對斑腿樹蛙與原生蛙類持續的進行移除與監測調查。

3.棲地利用

針對鶯歌碧龍宮與台中都會公園樣區的蛙類進行微棲地利用的分析。碧龍宮調查到的 14 種蛙類利用 15 種類型微棲地(表 21-表 22)，斑腿樹蛙主要利用的微棲地為旱田 30%(33/107)，其次是暫時性水域 17%(19/107)、灌叢 16%(18/107)。造成此結果的原因為旱田中有許多的蓄水桶，斑腿樹蛙因這些水桶能提供繁殖的場所，出現在蓄水桶的周邊所以被記錄為旱田；而其它蛙類(澤蛙、拉都希氏赤蛙、盤古蟾蜍、黑眶蟾蜍和日本樹蛙)利用比例最高的也是旱田 34%(210/608)。台中都會公園的部分，調查到的 8 種蛙類利用 12 種棲地類型，斑腿樹蛙主要利用的微棲地是喬木 29%(89/303)，其次為暫時性水域 16%(49/303)與永久性水域岸邊 15%(48/303)；其它蛙類(布氏樹蛙、中國樹蟾、小雨蛙)利用比例最高的是永久性水域岸邊 24%(65/262)，其次是喬木、灌叢、短草。

表 21、鶯歌碧龍宮 2012 蛙類微棲地利用頻度表

微棲地	黑 眶 蟾 蜍	盤 古 蟾 蜍	小 雨 蛙	福 建 大 頭 蛙	澤 蛙	虎 皮 蛙	牛 蛙	長 腳 赤 蛙	拉 都 希 氏 赤 蛙	貢 德 氏 赤 蛙	褐 樹 蛙	日 本 樹 蛙	台 北 樹 蛙	斑 腿 樹 蛙	總 計
永久性水域岸邊		2	3	1	8	2	3		26	8		2		9	65
永久性水域		1							21	4				1	27
水溝		1		84			4	1	35	1		3			129
水溝邊坡			1	3	5		1		21		2	3	10	9	55
溝邊植物														2	2
乾溝									5						5
暫時性水域			7	1	5		2	5	7			12	1	19	59
竹林	1	1	1	1	19		2	4	25	1		1	1	13	70
喬木			1											2	3
樹林底層		2						1	2			1		1	7
灌叢		1							4		1		1	18	25
旱田	11	16	7	6	72		2	17	58	5		14	2	33	243
步道		1			1				5			13			20
車道		2							1						3
空地										2					2
總計	12	27	20	96	110	2	14	28	211	21	3	49	15	107	715

表 22、台中都會公園蛙類微棲地利用頻度表

微棲地	物種								
	黑 眶 蟾 蜥	中 國 樹 蟾	小 雨 蛙	虎 皮 蛙	澤 蛙	貢 德 氏 赤 蛙	布 氏 樹 蛙	斑 腿 樹 蛙	總 計
永久性水域	1	1		3	3	10		21	39
暫時性水域						5	10	49	64
永久性水域岸邊	5		40		3	7	10	48	113
喬木		57			1			89	147
灌叢		30						28	58
樹洞		1							1
高草		1							1
短草	12	2	41					4	59
空地	1							2	3
住宅	2							15	17
步道	12	2						20	34
其它	1	1						27	29
總計	34	95	81	3	7	22	20	303	565

進一步分析斑腿樹蛙每個月份利用的微棲地的類型(表 23-表 24)，碧龍宮在 4 月-9 月以開墾地(旱田和竹林)為主 37%(40/107)，其次為永久性水域與暫時性水域 28%(31/107)，而永久性水域在 5 月之後就沒有斑腿樹蛙利用。台中都會公園在斑腿樹蛙繁殖期的 4 月-7 月時，斑腿樹蛙全部都在永久性水域紀錄到，佔全部的 22%(68/303)；而在繁殖期中後段的 8 月以後，主要利用的棲地為開闊但有避風處的暫時性水域與陸域環境(喬木、灌叢、住宅、步道等)，分別佔全部的 16%與 52%。以上結果顯示，斑腿樹蛙在繁殖期與非繁殖期主要利用的微棲地類型不同，在繁殖期主要利用永久性水域環境，非繁殖期則遷移到暫時性水域與陸域避風的環境。

表 23、斑腿樹蛙在鶯歌碧龍宮各月份的微棲地利用頻度

微棲地	月份												總計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
永久性水域					1								1
岸邊植物				5	4								9
水溝邊坡			1	2		1		1		3	1		9
溝邊植物				1	1								2
暫時性水域			4	5			10						19
喬木						2							2
樹林底層			1										1
灌叢				5	1	1		3	3	4	1		18
竹林				3	3	1			3	3			13
旱田				10	5	14		1		3			33
總計	0	0	6	31	15	19	10	5	6	13	2	0	107

表 24、台中都會公園斑腿樹蛙各月份的微棲地利用頻度

微棲地	月份										總計	
	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
永久性水域			2	19								21
永久性水域岸邊	15	11	1	20	1							48
暫時性水域							40	5			4	49
喬木						18	8	48	15			89
短草							1	2			1	4
灌叢								10	16	2		28
住宅							1	12	2			15
步道							11	1	6	2		20
空地									2			2
其它									19	5	3	27
總計	15	11	3	39	31	72	100	24	8			303

針對觀音山網格系統中樣點內的觀察與量測蓄水桶的尺寸，總共紀錄了 238 個水桶，其中 120 個水桶有發現斑腿樹蛙的蝌蚪或卵泡，118 個沒有發現。而市售的容器尺寸大多以直徑或體積表示，整理計算所調查的水桶尺寸，可分為四種尺寸，經卡方分析後發現，四個尺寸的水桶被斑腿樹蛙利用之比例有顯著差異($X^2=13.43$, $df=3$, $p<0.05$)，水桶利用的比例以直徑和深度越大利用比例越高；而只要直徑 100cm 以上體積 150L 利用比例為 100%，其次為直徑 60cm 以上體積 150L 以下為 52%(表 25)。建議未來在放置水桶陷阱時可以考慮直徑 60cm 以上體積 150L 以下的容器，這類容器載運搬移時使用人力也最適中。

表 25、斑腿樹蛙利用(發現卵塊或蝌蚪)水桶尺寸列表

尺寸	有利用	無利用	總計	使用比例
直徑 30cm 以上體積 25L 以下	3	7	10	0.3
直徑 40cm 以上體積 40L 以下	35	46	81	0.43
直徑 60cm 以上體積 150L 以下	72	65	137	0.53
直徑 100cm 以上體積 150L 以上	10	0	10	1
總計	120	118	238	

(四)食性分析

包含前測試期，從 4 月-11 月共進行了七個月份之斑腿樹蛙胃含物數量及分類分析(表 26)。4 月由於仍處前測試期，故僅採得 11 隻(4 雄 7 雌)斑腿樹蛙個體，樣本數量最少；10 月共採集到 42 隻(10 雄 31 雌 1 無法判定)，樣本數最多。雄蛙於 8 月的採集數(29 隻)最高，而雌蛙則在 10 月(31 隻)最高。7 月樣本的性別差距最大(1 雌 19 雄)，推測可能與繁殖季期間雄蛙聚集求偶有關。七個月份累計採集 198 隻斑腿樹蛙(98 雄 99 雌 1 無法判定)，累計 587 隻胃含物(雄蛙有 222 隻、雌蛙有 365 隻)；平均每隻斑腿樹蛙胃含物數量為 2.96 ± 2.14 隻。雄蛙在 5 月和 11 月分別有最低(0.5 ± 1.12 隻)與最高(3.55 ± 1.91 隻)的平均胃含物數量；雌蛙平均胃含物的最低值也發生在 5 月(2.13 ± 1.83 隻)，但最高則在 7 月(6 隻)，遠超過其它月份之數值，但此現象可能是受到雌蛙樣本過少($n=1$)所造成。結果顯示，斑腿樹蛙於非繁殖季的捕食數量較繁殖季(3 月-9 月)高；在繁殖季前期 4 月及後期 9 月的捕食數量較繁殖季中其它月份高(表 26)。

表 26、2012 年 4 月-11 月份斑腿樹蛙樣本平均胃含物數量

月份	雄蛙		雌蛙		全部	
	個體數	平均胃含物數	個體數	平均胃含物數	個體數	平均胃含物數
4	4	1.50	7	4.14	11	3.18
5	6	0.50	8	2.13	14	1.43
7	19	1.74	1	6.00	20	1.95
8	29	1.97	10	4.30	39	2.54
9	10	2.50	23	3.48	33	3.18
10	10	2.70	31	3.77	42	3.43
11	20	3.55	19	3.84	39	3.72
總計	98	2.27	99	3.69	198	2.96

在樣本空胃率部份，4 月、9 月及 11 月的空胃率皆為 0%，5 月最高，達 57.1%，其次為 7 月(25%)。5 月之後的樣本空胃率逐漸下降，且雄蛙有較雌蛙更高的空胃率(圖 20)。

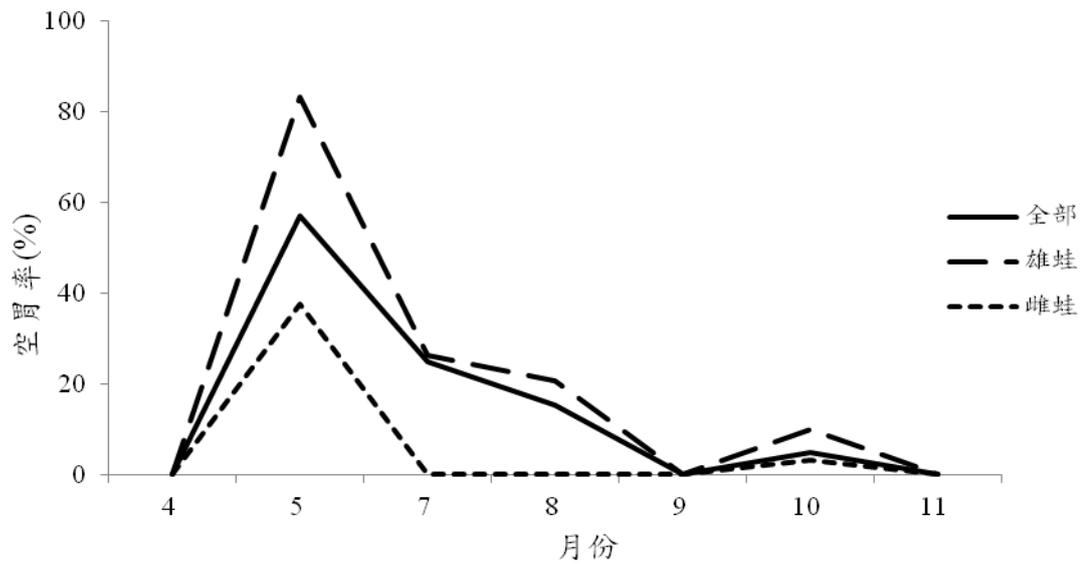


圖 20、斑腿樹蛙各月份空胃率

587 隻胃含物分屬 3 個動物門、7 個綱及至少 17 個目，其中節肢動物門 (Arthropoda) 總計 529 隻，佔總隻數的 90.12%。節肢動物門中有 81.66% 隸屬於昆蟲綱 (Insecta)，由此推測昆蟲為斑腿樹蛙相當重要的食物來源。依各胃含物類群所佔數量百分比將其分成「第一類: 大於等於 10%」、「第二類: 小於 10% 但大於 1%」以及「第三類: 未滿 1%」三類 (表 27)。另因鞘翅目 (Coleoptera) 及鱗翅目 (Lepidoptera) 為完全變態 (holometabolism) 的類群，考慮到成蟲與幼蟲在棲息環境及外觀型態上的差異而將其分開比較。數量較多的蜚蠊目 (Blattodea)、鞘翅目成蟲以及蜘蛛目 (Araneida) 皆屬於第一類，合計佔總胃含物達 61.16%；第二類胃含物依所佔比例由高至低，依序為腹足綱 (Gastropoda)、直翅目 (Orthoptera)、鱗翅目幼蟲、膜翅目 (Hymenoptera)、鱗翅目成蟲、半翅目 (Hemiptera)、倍足綱 (Diplopoda) 及唇足綱 (Chilopoda)；數量較少的第三類胃含物則包括有鱗目 (Squamata)、無尾目 (Anura)、雙翅目 (Diptera)、鞘翅目幼蟲、螳螂目 (Mantodea)、脩目 (Phasmida)、蜻蛉目 (Odonata) 和等足目 (Isopoda)。

表 27、各類別胃含物捕食隻數及所佔比例

捕食物類群	雄蛙		雌蛙		總計	
	捕食隻數	佔總比例(%)	捕食隻數	佔總比例(%)	捕食隻數	佔總比例(%)
昆蟲綱 Insecta						
鞘翅目(成蟲)	42	18.92	63	17.26	105	17.89
鞘翅目(幼蟲)	-	-	1	0.27	1	0.17
半翅目	6	2.70	16	4.38	22	3.75
蜚蠊目	85	38.29	96	26.30	181	30.83
直翅目	8	3.60	27	7.40	35	5.96
螳螂目	1	0.45	-	-	1	0.17
脩目	-	-	1	0.27	1	0.17
雙翅目	-	-	2	0.55	2	0.34
膜翅目	7	3.15	20	5.48	27	4.60
鱗翅目(成蟲)	10	4.50	15	4.11	25	4.26
鱗翅目(幼蟲)	14	6.31	17	4.66	31	5.28
蜻蛉目	-	-	1	0.27	1	0.17
蛛形綱 Arachnida						
蜘蛛目	25	11.26	48	13.15	73	12.44
腹足綱 Gastropod						
腹足綱	18	8.11	34	9.32	52	8.86
倍足綱 Diplopoda						
倍足綱	4	1.80	8	2.19	12	2.04
唇足綱 Chilopoda						
唇足綱	2	0.90	9	2.47	11	1.87
軟甲綱 Malacostraca						
等足目	-	-	1	0.27	1	0.17
爬行綱 Reptilia						
有鱗目	-	-	4	1.10	4	0.68
兩棲綱 Amphibia						
無尾目	-	-	2	0.55	2	0.34
總計	222	1	365	1	587	1

出現頻率(FO)表示某食物類別存在於所有個體之普遍性，經計算後可得到各項捕食物在不同月份中出現於斑腿樹蛙腸胃含物的頻率(圖 21)，其中蜚蠊目(53.52%)、蜘蛛目(46.67%)及鞘翅目(35.23%)皆有相對其它捕食物較高的 FO 值，顯示這些類別的節肢動物相對普遍存在於斑腿樹蛙的腸胃含物中。若將雄蛙(蜚蠊目 56.86%、鞘翅目 31.05%和蜘蛛目 30.89%)與雌蛙(蜚蠊目 61.18%、鞘翅目

46.04%和蜘蛛目 58.11%)分開來比較，則也可得到類似的趨勢(圖 22)。

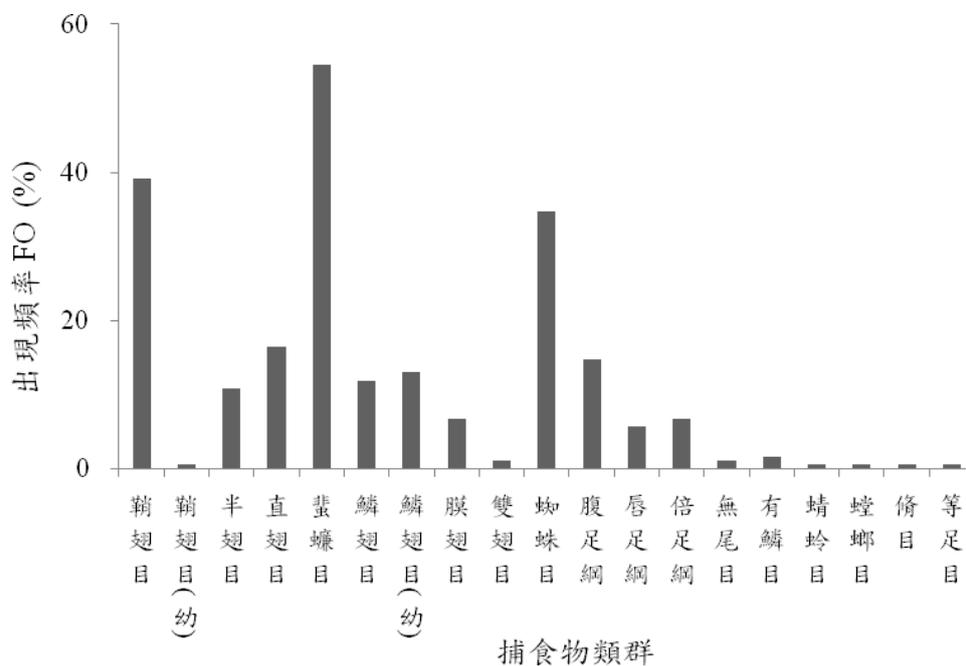


圖 21、各類別捕食物在不同月份之出現頻率 FO 比較。

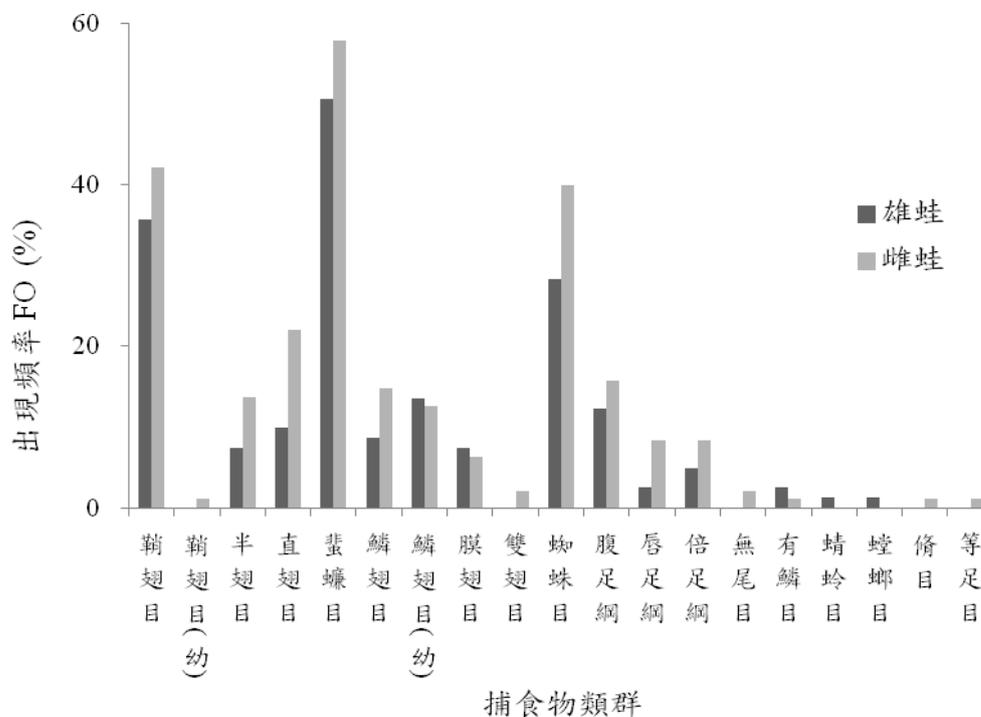


圖 22、各類別捕食物在不同性別間之出現頻率 FO 比較

部分類群的捕食物出現頻率有隨季節變化而增加或減少的趨勢，考慮採集樣本數而扣除前測期 4 月、5 月及 7 月份資料後，選擇其中出現頻率較高(大於 15%)的蜚蠊目(53.52%)、蜘蛛目(46.67%)、鞘翅目(35.23%)及直翅目(16.48%)進行月份比較，可發現蜚蠊目在腸胃含物中的出現頻率隨著月份而逐漸增加，反觀鞘翅目則有逐漸下降之趨勢(圖 23)。

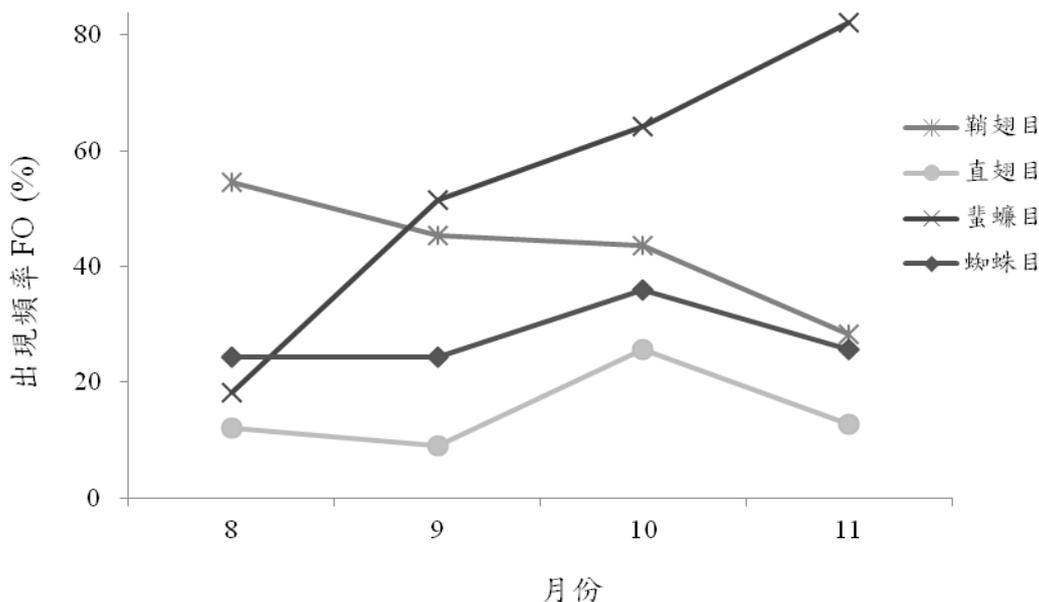


圖 23、主要捕食物類群在 8 月-11 月份間之出現頻率 FO

在眾多腸胃含物類群中，蜚蠊目、蜘蛛目及鞘翅目不論在個體數量及出現頻率皆高於其它類別胃含物，因此針對其組成進行進一步分析。在蜚蠊目中可鑑定出至少 3 個科別，分別為蜚蠊總科的蜚蠊科 *Blattidae*、匍蠊總科的姬蠊科 *Phyllodromiidae* 與匍蠊科 *Blaberidae*。其中可鑑定至種的包括蜚蠊科的澳洲家蠊 *Periplaneta australasiae*、姬蠊科的德國姬蠊 *Blattella germanica* 與匍蠊科的東方水蠊 *Opisthoptlatia orientalis* 和蘇里南潛蠊 *Pycnoscelis surinamensis*。在可辨識鑑定的個體中，隸屬於匍蠊總科的姬蠊科及匍蠊科在數量上佔有相當高的比例，合計佔蜚蠊目組成的 84.53% (153/181)(圖 24)。

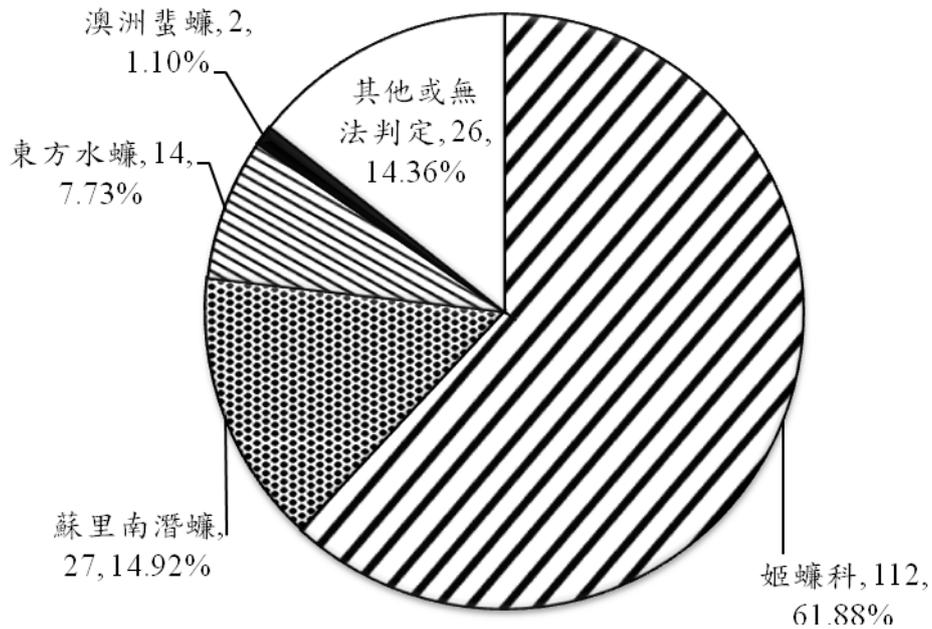


圖 24、腸胃含物中蜚蠃目組成(數字表示隻數)

匍蠃科的東方水蠃和蘇里南潛蠃為體型壯碩、夜間活動的地棲性昆蟲，在挖仔尾地區的棲息環境以地面落葉層為主。前者成體體長可超過 3cm，體黑色具光澤，翅膀退化無飛行能力，具有群聚躲藏於竹筒、樹洞及人為廢棄物孔隙內之習性；後者成體體長約 2 cm，上翅灰褐色且胸板黑色，善於掘地避敵。姬蠃科成員在體型上相對纖細，成蟲體長約在 1cm 左右，棲息環境稍前述兩者多元，可於地面落葉層、低矮灌叢和人為廢棄物等環境發現，但仍以地面為主。在蜘蛛目中可鑑定出至少 4 個科，包括狼蛛科 Lycosidae、長腳蛛科 Tetragnathidae、蠅虎科 Salticidae 及金珠科 Araneidae，其中狼蛛科為相當優勢的科別，佔了整體蜘蛛目腸胃含物的 72.6%(53/73)(圖 25)，又該科之組成幾乎皆為黑腹狼蛛 *Lycosa coelestis*。黑腹狼蛛為台灣體型最大的狼蛛科蜘蛛，雌蛛體長可達 2cm，偏好於開闊地、草生地活動，屬於地棲性、游獵型的蜘蛛。

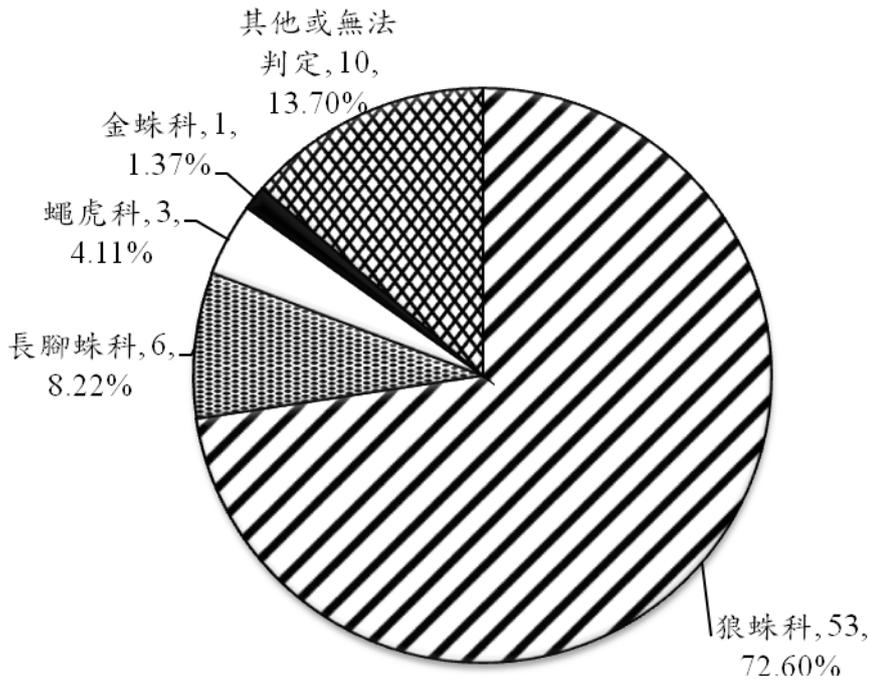


圖 25、胃含物中蜘蛛目組成(數字表示隻數)

此外，於 587 隻胃含物中共發現 6 隻脊椎動物，包含 4 隻有鱗目及 2 隻無尾目，前者中有 3 隻經鑑定後確認為壁虎科(Gekkonidae)的鉛山壁虎 *Gekko hokouensis*，後者則發現有 1 隻斑腿樹蛙幼蛙。

綜合以上結果，在空胃率部分，由於 2012 年度斑腿樹蛙繁殖季期間仍在進行野外採樣之前期測試，因此採集個體數目較少且不甚完整，但大致上可看出繁殖季有較高的樣本空胃率；雄蛙的空胃率較雌蛙為高，且不論性別則於 5 月過後空胃率逐漸下降。Hirai *et al.* (2000)在日本針對樹蟾 *Hyla japonica* 繁殖季食性所做的研究發現，雄蛙個體具有相當高的空胃率；Kovács *et al.* (2007)對棲息於羅馬尼亞的樹蟾 *Hyla arborea* 進行食性分析後發現，相較於非繁殖期，繁殖季個體通常有較高的空胃率；馬曉筠等 (1992)針對台灣原生蛙類所作的食性調查中發現，和斑腿樹蛙親緣相近的原生種布氏樹蛙 *Polypedates braueri* 在繁殖季裡也有空胃的情形發生。

在各性別差異部份，依照目前的數據顯示，不論雌雄斑腿樹蛙對於蜚蠊目、鞘翅目與蜘蛛目皆有高度的捕食率，性別差異在捕食物的組成上並未有明顯的不同，這或許代表了斑腿樹蛙之性別對於捕食物的偏好選擇並無太大的影響，這與 Silva *et al.* (2009)在巴西進行入侵種牛蛙食性分析所得的結果大致相同，但該文獻於最後討論時也提到，同批樣本採集時間與空間上的相近程度，也可能是造成性別間食物組成無明顯差異的原因。

根據初步的食性分析結果可以得知，不論是在腸胃含物數量比例及出現頻率上，蜚蠊目、鞘翅目及蜘蛛目皆較其它類群高，顯示入侵挖仔尾地區的斑腿樹蛙普遍地在該地區捕食大量蜚蠊目、鞘翅目及蜘蛛目，而其中蜚蠊目與蜘蛛

目中有相當高的組成比例為地棲性的物種，包括德國姬蟻、蘇里南潛蟻及黑腹狼蛛等。在進行野外斑腿樹蛙樣本採集的過程中，也發現有許多個體偏好停棲於距離地面 20 至 50cm、高出地面且空曠的人工物體及植物體上，並採取頭部朝下的姿勢，推測野外斑腿樹蛙很可能便是以此方式對地棲性動物進行捕食。

在脊椎動物部份，從胃含物的調查中已確認斑腿樹蛙會以同類幼體為食，此外於 11 月份挖仔尾志工移除活動中，也有發現斑腿樹蛙企圖吞食原生種小雨蛙之記錄，雖然最後推測因為燈光的干擾而未吞食成功，但已可窺見斑腿樹蛙對小型原生蛙類潛在的捕食威脅；出現在斑腿樹蛙胃含物中的鉛山壁虎是台灣平地至低海拔山區相當常見的普遍種，夜行性且行動敏捷，其足以證明斑腿樹蛙可能具有捕食行動速度較快獵物的能力。綜合以上，得斑腿樹蛙之食性形式應屬非蟻食性(non-ant specialists)，且偏向採取定點伏擊狩獵的坐等型(sit-and-wait)蛙類。

挖仔尾地區自 2010 年確認有斑腿樹蛙棲息以來，便開始積極進行監控和移除，但其數量依舊相當龐大，推測斑腿樹蛙在該地可能已有相當穩定的族群量且持續成長，倘若如此龐大的外來種捕食壓力持續下去，將很可能對挖仔尾地區的原生種物種造成深遠影響，尤其是該地地棲性的蜚蟻目及蜘蛛目無脊椎動物。Choi *et al.*(2012)的研究已證實，入侵夏威夷島的波多黎各樹蛙 *Eleutherodactylus coqui* 因其高族群量和高族群密度而對當地造成嚴重的影響：大量樹蛙個體所產生的排泄物及死後遺體間接增加了腐食性動物的數量，而大量樹蛙對當地無脊椎動物的高強度捕食更直接改變了該地區落葉層環境中的無脊椎動物類群，影響深遠。斑腿樹蛙目前已知於台灣的入侵地區多為人類活動頻繁的公園、濕地及開墾地，這類環境的物種多樣性及豐度通常因環境限制或人為干擾頻繁而相對較低，也因此，如果斑腿樹蛙這樣高族群量且高密度特性的捕食者出現，勢必將對原本便已相對脆弱的生態系統造成衝擊。

(五) 移除

總計今年度於挖仔尾、碧龍宮、田尾鄉、台中都會公園移除了 1,177 隻斑腿樹蛙，其中 938 隻為雄蛙，239 隻為雌蛙。以下針對各區移除情況描述。

1. 八里挖仔尾：參與人次共 415 人次，共觀察到斑腿樹蛙 785 隻次，其中雄蛙 649 隻次、雌蛙 136 隻次；實際移除 673 隻（雄蛙 543 隻、雌蛙 130 隻）。1 月-3 月皆僅移除一隻，4 月開始移除數量明顯增加，且族群數量似乎不受移除影響，在 9 月-11 月時移除數量達到高峰(表 28)。
2. 鶯歌碧龍宮：參與人次共 106 人次，共觀察到斑腿樹蛙 107 隻次，其中雄蛙 77 隻次、雌蛙 30 隻次；實際移除 80 隻（雄蛙 54 隻次、雌蛙 26 隻次）。移除數量集中於 4 月-10 月，其餘各月數量極少(表 29)。
3. 台中都會公園：參與人次 231 人次，觀察到斑腿樹蛙 303 隻次，其中雄蛙 215 隻次、雌蛙 88 隻次；實際移除 250 隻（雄蛙 178 隻次、雌蛙 72 隻次）。4 月-12 月有發現斑腿樹蛙，移除數量以 9 月-10 月最多，佔移除總數 62% (表 30)。

表 28、挖仔尾斑腿樹蛙移除數量與參與人數

移除日期	觀察數量			移除		移除總數	參與人次
	雄蛙		雌蛙	雄蛙	雌蛙		
	目視	鳴叫	目視				
01/07	1	0	0	1	0	1	8
02/11	1	0	0	1	0	1	19
03/10	1	0	0	1	0	1	50
04/14	43	5	15	42	13	55	34
05/12	34	0	22	30	20	50	27
06/09	37	40	10	37	10	47	23
07/14	64	10	2	52	2	54	33
08/11	32	10	1	32	1	33	18
09/08	100	10	12	91	12	103	31
10/13	110	0	22	105	20	125	41
11/10	145	0	52	145	52	197	47
12/08	6	0	0	6	0	6	84
小計	574	75	136	543	130	673	415

表 29、碧龍宮斑腿樹蛙移除數量與參與人數

移除日期	觀察數量			移除數量		移除總數	參與人次
	雄蛙		雌蛙	雄蛙	雌蛙		
	目視	鳴叫	目視				
01/13	0	0	0	0	0	0	8
02/17	0	0	0	0	0	0	3
03/23	5	0	1	0	0	0	7
04/25	23	1	7	23	6	29	9
05/16	9	5	1	8	1	9	10
06/22	11	1	7	1	1	2	10
07/27	6	2	2	8	2	10	10
08/10	2	0	3	2	3	5	6
09/21	3	0	3	4	7	11	4
10/26	8	0	5	8	6	14	17
11/23	1	0	1	1	1	2	11
12/07	0	0	0	0	0	0	11
小計	68	9	30	54	26	80	106

表 30、台中都會公園斑腿樹蛙移除數量與參與人數

移除日期	觀察數量			移除數量		移除總數	參與人次
	雄蛙		雌蛙	雄蛙	雌蛙		
	目視	鳴叫	目視				
04/21	12		3	12	3	15	32
05/19	3	7	1	3	1	4	24
06/16	2		1		1	1	24
07/28	29	10		26		26	21
08/25	19		12	15	8	23	17
09/29	55		17	49	14	63	21
10/27	64		36	59	34	93	25
11/24	10		14	10	9	19	26
12/22	4		4	4	2	6	46
小計	198	17	88	178	72	250	236

4.彰化田尾：參與人次共 55 人次，共觀察到斑腿樹蛙 239 隻次的斑腿樹蛙，其中雄蛙 227 隻次、雌蛙 12 隻次；實際移除 174 隻（雄蛙 163 隻次、雌蛙 11 隻次）。3 月-12 月皆有發現斑腿樹蛙，移除數量以 3 月-4 月、7 月-11 月較多，原因為參與移除的人次較多(表 31)。

表 31、彰化田尾斑腿樹蛙移除數量與參與人數

移除日期	觀察數量			移除數量		移除總數	參與人次
	雄蛙		雌蛙	雄蛙	雌蛙		
	目視	鳴叫	目視				
03/25	27	25	0	27	0	27	2
04/28	23	11	0	23	0	23	6
05/15	5	0	0	5	0	5	1
05/17	1	0	0	1	0	1	1
05/19	14	0	1	14	1	15	1
05/21	2	0	0	2	0	2	1
05/23	3	0	2	2	1	3	1
05/25	1	0	1	1	1	2	1
06/04	4	0	0	4	0	4	1
07/27	36	15	2	34	2	36	12
09/22	7	0	3	7	3	10	8
10/20	19	0	0	19	0	19	8
11/24	21	0	3	15	3	18	6
12/08	13	0	0	9	0	9	6
小計	176	51	12	163	11	174	55

5.雲林褒忠：參與人次共 10 人次，共觀察到斑腿樹蛙 36 隻的斑腿樹蛙，其中雄蛙 15 隻、雌蛙 21 隻；實際移除與觀察的數量相同。雲林褒忠的斑腿樹蛙分布侷限，族群量低，但每月移除數量似乎也不因移除有所影響(表 32)。

表 32、雲林褒忠斑腿樹蛙移除數量與參與人數

移除日期	觀察數量			移除數量		移除總數	參與人次
	雄蛙		雌蛙	雄蛙	雌蛙		
	目視	鳴叫	目視				
04/08	1	0	3	1	3	4	1
04/22	3	0	0	3	0	3	1
05/25	1	0	0	1	0	1	1
06/19	0	0	0	0	0	0	1
07/22	0	0	2	0	2	2	1
08/26	3	0	2	3	2	5	1
09/18	1	0	8	1	8	9	1
09/19	1	0	2	1	2	3	1
10/29	5	0	4	5	4	9	1
10/30	0	0	0	0	0	0	1
總計	15	0	21	15	21	36	10

在陷阱移除的部份，台中都會公園共計利用陷阱移除成蛙 57 隻(42 隻雄蛙、15 隻雌蛙)，並於日晷、水生池、景觀池的陷阱發現蝌蚪。4 月-8 月陷阱內未發現斑腿樹蛙成蛙，僅 5 月時發現蝌蚪。推測原因為(1)陷阱架設完需要一段時間才會被斑腿樹蛙使用，因此 9 月後才有較多個體出現。(2)陷阱的周圍皆有水源穩定、提供遮蔽的大型水域，斑腿樹蛙可能不會因繁殖需求而使用陷阱，但在 9 月繁殖期結束後，陷阱卻是很好的躲藏處，符合非繁殖期利用暫時性水域、陸域且避風的棲地條件，所以在繁殖季後期才有較多個體使用(表 33)。

移除活動需要很多行政支援，感謝新北市永續環境教育中心、新北市政府高灘地工程管理處、台北市立動物園、台中都會公園管理處、彰化縣政府農業處、彰化田尾蕙洋園、鴻霖園藝、屏東大路觀遊樂區、彰化縣野鳥學會、屏東縣野鳥學會、中華民國荒野學會等單位的協助，才能順利進行斑腿樹蛙的控制與監測。

表 33、台中都會公園陷阱移除斑腿樹蛙數量

日期	區域	數量	生活型態
4月20日	皆無		
5月19日	日晷、水生池、 景觀池	未計數	蝌蚪
6月16日	皆無		
7月28日	皆無		
8月25日	皆無		
9月29日	日晷	13	6雄7雌
	公共廁所	2	2雄
	木棧道生態池	13	10雄3雌
	水生池	3	3雄
	景觀池	15	12雄3雌
10月27日	日晷	無發現	
	公共廁所	2	1雄1雌
	木棧道生態池	4	4雄
	水生池	1	1雄
	景觀池	1	1雄
11月24日	無發現		
12月22日	日晷	2	1雄1雌
	公共廁所	1	1雌
	木棧道生態池	無發現	
	水生池	無發現	
	景觀池	無發現	

綜合以上，各地區斑腿樹蛙移除數量依序為八里挖仔尾(785 隻)、台中都會公園(250 隻)、彰化田尾(174 隻)、鶯歌碧龍宮(80 隻)與雲林褒忠(36 隻)，移除數量與參與人數有顯著正相關($r=0.46$, $n=57$, $p<0.05$)。與 2011 年移除數量進行比較，除了台中都會公園與雲林褒忠為 2012 年才開始移除外，八里挖仔尾及彰化田尾移除的數量都有所增加，其中以八里挖仔尾增加幅度最大(2011 年移除 272 隻, 2012 年移除 785 隻)。2012 年移除數量增加的原因可能為移除時間較長(2012 年 1 月即開始移除)與參與人數增加。移除的性別各地區皆以雄蛙比雌蛙多，因為雄蛙會鳴叫，可循聲捕捉，且雄蛙繁殖期時會聚集在繁殖水域附近，較易被發現，此現象同樣也於 2011 年發現，顯示人力移除以雄蛙為主。陷阱移除以斑腿樹蛙繁殖季後期較有效，但因今年架設時間較晚，若持續架設至明年繁殖季時，應會有較多的卵塊及蝌蚪出現。

(六)培訓研習

2012 年共計辦理 7 場培訓研習，其中八里挖仔尾、台北市立動物園、彰化田尾與屏東大路關各舉辦一場；另外三場則於台中都會公園舉辦。培訓研習室內課程以介紹外來種相關知識、斑腿樹蛙生態為主，室外課程則實際於野外移除斑腿樹蛙。藉由培訓研習的方式，鼓勵一般民眾及志工持續參與移除，協助保育。總計台中都會公園三場共移除 116 隻斑腿樹蛙；台北市立動物園一場移除 21 隻；彰化田尾一場移除 36 隻；屏東大路關一場移除 45 隻；而八里挖仔尾則因氣溫低且斑腿樹蛙繁殖期尚未開始，僅移除 1 隻。相關照片於(附錄四)。

五、建議

斑腿樹蛙原產於華南、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 年斑腿樹蛙由彰化田尾隨著水生植物盆栽引入台中梧棲，之後再人為引入台中石岡，2010 年經由兩棲類保育志工回報及進一步的調查發現，斑腿樹蛙已於台中石岡一帶擴散，並出現在新北市八里區、鶯歌區等地，這些族群都是 2006 年後才出現，都有成蛙及幼蛙、卵塊及蝌蚪。2011 年及 2012 年調查結果顯示，斑腿樹蛙在八里、鶯歌、台中都會公園及田尾都是優勢種，由於其主要繁殖期長達 8 個月（3 月-9 月），母蛙產卵數多，成體及蝌蚪的適應力都很強，使外來種斑腿樹蛙族群獲得快速擴散及增長的機會。因斑腿樹蛙剛入侵台灣，有必要採取積極的控制及監測措施，以避免進一步擴散。

在 2012 年運用系統性的方格系統擴大普查 30 餘個 2011 年斑腿樹蛙分布地點及鄰近地區，發現牠們實際出現的範圍遠超過 2011 年調查點。建議 2013 年持續運用系統性的方格系統，配合多元的清查管道，以瞭解斑腿樹蛙的實際分布，並加以控制與監測。2011 年及 2012 年曾和新北市永續環境教育中心、台北市立動物園、台中都會公園管理處、彰化縣政府農業處、中華民國荒野保護協會、彰化縣野鳥學會、屏東縣野鳥學會等政府單位、民間團體，以及兩棲類保育志工團隊各地小隊合作培訓志工進行斑腿樹蛙分布普查，以及成幼蛙、卵塊與蝌蚪移除，移除數量和參與人數有顯著正相關。建議持續和政府單位、民間團體，以及兩棲類保育志工團隊合作，培訓更多的志工投入移除及監測調查，以降低斑腿樹蛙族群量及擴散風險。

生活史調查發現全年都可以發現斑腿樹蛙成蛙及蝌蚪，偏好利用蓄水桶永久性水域進行繁殖，水桶之直徑及體積越大，利用的比例越高；但斑腿樹蛙在非繁殖期偏好暫時性水域與陸域避風的環境。可根據斑腿樹蛙習性，設計適當大小的裝水的水桶作為陷阱，長期放置在水域附近、避風的環境，以吸引斑腿樹蛙利用再加以移除。

外來種斑腿樹蛙與台灣原生的布氏樹蛙親緣關係接近，偏好棲地類型也相同，2011 年及 2012 年調查發現原本有布氏樹蛙分布的碧龍宮樣區，僅發現斑腿樹蛙；台中都會公園的布氏樹蛙族群也曾在 2010 年整建水池意外引入斑腿樹蛙後於 2011 年沒有調查記錄，在 2012 年 3 月移除部分斑腿樹蛙後出現觀察記錄。而碧龍宮及台中都會公園布氏樹蛙的消失是因斑腿樹蛙競爭排擠或因棲地變遷等其它因素所造成，斑腿樹蛙和台灣原生蛙是否產生競爭排擠，都需要持續收集資料確認。此外，蛙類是肉食動物，外來種斑腿樹蛙的出現，不僅和當地原生蛙類競爭食物，也捕食大量的動物，包括其它蛙類，可能對當地的生態系統造成影響與衝擊，有必要持續研究瞭解。

六、參考文獻

- 呂光洋、陳添喜、高善、孫承矩、朱哲民、蔡添順、何一先、鄭振寬。1996。
台灣野生動物調查—兩棲動物資源調查手冊。
- 侯平君、陳清旗、陳麗文。2010。外來入侵種族群控制與監測計畫—亞洲錦蛙。
行政院農業委員會林務局補助計畫成果報告。
- 郭炳村。2007。運用志工調查資料進行桃園地區兩棲類分布之研究。花蓮教育
大學生態與環境教育研究所碩士論文。
- 馬曉筠、呂光洋、黃薇菁、王定中。1992。十五種台灣產蛙類的食性調查。師
大生物學報 第二十七期。
- 張文宏。2006。武陵地區三種溪流蛙類（盤古蟾蜍、斯文豪氏赤蛙與梭德氏赤
蛙）之食性研究。國立中興大學生命科學系研究所碩士論文。
- 楊懿如、向高世、李鵬翔、李承恩。2005。台灣兩棲動物野外調查手冊。行政
院農業委員會林務局。
- 楊懿如。2012。臺灣新發現的外來種斑腿樹蛙（*Polypedates megacephalus*）紀
錄。臺灣博物30（4）：76-79。
- 楊懿如、李承恩、龔文斌、秦健瑋、陳立瑜、陳建志。2012。外來種斑腿樹蛙
控制與監測計畫成果報告。行政院農業委員會林務局。

潘彥宏。1997。台灣無尾目兩生類之空間分布模式。國立台灣大學動物學研究所碩士論文。

Adams, M. J. , C. A. Pearl, S. Galvan, B. McCreary. 2011. Non-native species impacts on pond occupancy by an anura. *Journal of wildlife Management* 75(1):30-35

Bailey, L. L. , T. R. Simons, and K. H. Pollock. 2004. Estimating site occupancy and species detection probability parameters for terrestrial salamanders. *Ecological Applications* 14:692 – 702.

Bailey, L. L. and J. D. Nichols. 2010 Capture-mark-recapture, removal sampling, and occupancy models. Pp.447-463. In: C. K. Dodd, JR(ed.). *Amphibian ecology and conservation*. Oxford university press, NewYork, USA.

Choi, R. T. and K. H. Beard. 2012. Coqui frog invasion change invertebrate communities in Hawaii. *Biology Invasions*. 14:939-948.

Cogălniceanu, D. M. W.and C. Ciubuc. 2000. Feeding in anuran communities on islands in the Danube oodplain. Koninklijke Brill NV, Leiden, *Amphibia-Reptilia* 22: 1-19.

Dodd, C. K. 2010. *Amphibian Ecology and Conservation*. pp:167-180. In: Solé,M and D. Rödder.Dietary assessment of adult amphibians.Oxford university press, NewYork,USA.

Duellman, W. E. and L. Trueb. 1994. Biology of Amphibians. The John Hopkins Press, Baltimore, USA.

Giaretta, A. A., M. S. Araujo, H. F. Medeiros and K. G. Facure. 1998. food habits and ontogenetic diet shifts of the litter dwelling frog *Proceratophrys boiei*. Revista Brasileira de Zoologia. 15 (2): 385 - 388.

Hirai, T and M. Matsui. 2000. Feeding habits of the Japanese Tree Frog, *Hyla japonica*, in the Reproductive Season. Zoological Society of Japan 17:977-982.

Hyslop, E.J. 1980. Stomach contents analysis-a review of methods and their application. Journal of Fish Biology 17:411-429.

Kovács, É. H, I. Sas, S.D. Covaciu-Marcov, T. Hartel, D. Cupsa and M. Groza. 2007. Seasonal variation in the diet of a population of *Hyla arborea* from Romania. Koninklijke Brill NV, Leiden, Amphibia-Reptilia. 28 : 485-491.

Krebs, C.J. 1999. Ecological Methodology, 2nd ed. Benjamin/Cummings imprint, Menlo Park, California, USA.

MacKenzie, D. I., J. D. Nichols, G. B. Lachman, S. Droege, J. A. Royle, and C.A. Langtimm. 2002. Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. Ecology 83:2248–2255.

Mackenzie, D. I. , Nichols, J. D. , Royle, J. A. , Pollock, K. H. , Bailey, L. L. , and Hines, J. E. 2006. Occupancy estimation and modeling: inferring patterns and dynamics of species occurrence. Academic Press, Boston, MA.

Muths, E. , A. L. Gallant, E. H. C. Grant, W. A. Battaglin, D. E. Green, J. S. Staiger, S. C. Walls, M. S. Gunzburger, and R. F. Kearney.2006. The Amphibian research and monitoring initiative (armi): 5-year report. u.s. Geological Survey Scientific Investigations Report 5224: 77.

Negga, H.E.2007. Predictive modeling of amphibian distribution using ecological survey data: a case study of Central Portugal. International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation. Master of science.

Quiroga, L.B, E. A. Sanabria and J. C. Acosta.2009. Size- and Sex-Dependent Variation in Diet of *Rhinella arenarum* (Anura: Bufonidae) in a Wetland of San Juan, Argentina. *Journal of Herpetology*, 43(2): 311–317.

Rodrigues,D.J, M. Uetanabaro and C.P.A.Prado. 2004. Seasonal and ontogenetic variation in diet composition of *Leptodactylus podicipinus* (Anura, Leptodactylidae) in the southern Pantanal, Brazil. *Revista española de Herpetologia*. 18:19-28.

Seddon, P. J. , Roughton, C. M. , J. Reardon and D. I. MacKenzie. 2011. Dynamics of an endangered new zealand skink: accounting for incomplete detectability in estimating patch occupancy. *New Zealand Ecological Society* 35(3): 247-253.

Silva, E. T, E. P. Reis, R. N. Feio and O. P. R. Filho. 2009. Diet of the invasive frog *Lithobates catesbeianus* (Shaw, 1802) (anura: ranidae) in Viçosa, Minas Gerais State, Brazil. *South American Journal of Herpetology*, 4(3): 286-294.

Stauffer, H. B., C. J., Ralph and S. L., Muller. 2004. Ranking habitat for marbled murrelet: a new conservation approach for species with uncertain detection. *Ecological Applications* 14:1374 – 1383.

Toft, C.A. 1981. Feeding ecology of Panamanian litter anurans patterns in diet and foraging mode. *Journal of Herpetology*, 15(2):139-44

Valderrama-Vernaza, M, M. P. R. REZ-Pinilla and V. H. Serrano-Cardozo. 2009. Diet of the Andean Frog *Ranitomeya virolinensis* (Athesphatanura: Dendrobatidae). *Journal of Herpetology*, 43(1): 114-123.

Walls, S. C. , J. H. Waddle, R. M. Dorazio. 2011. Estimating occupancy dynamics in an anuran assemblage from Louisiana, USA. *Journal of Wildlife Management* 75(4): 751-761.

Weller, T. J. .2008. Using occupancy estimation to assess the effectiveness of a regional multiple-species conservation plan: bats in the Pacific northwest. *Biological Conservation* 141: 2279-2289.

附錄一、斑腿樹蛙通報確認單(以 4/25 田尾國小通報單為例)

彰化縣
 通報地點：田尾國小 座標 T97E：201807 T97N：2643074 海拔：34 公尺
 發現者：廖自強 發現日期：20120425 通報信箱：
 通報者：廖自強 通報日期：20120425 通報電話：0987476871
 調查者：陳建志 調查日期：20120427 調查天候：陰
 棲地類型：樹林 果園 竹林 菜園 旱田 水田 草地 荒地 其它：
 水域類型：大水池 水生植物池 大水桶 小水桶 蓄水池 水溝 其它：
 水質狀況：污染 優養化 有異味 乾淨 其它：
 潛在來源：園藝植栽行 水生植物池 其它：

通報描述：

廖自強老師寫信通報 4/25 晚上在田尾國小操場排水溝中聽到斑腿聲音，總共移除 1 雌 8 雄，因為要翻開水溝蓋才能抓到，所以有一些雄蛙再翻水溝蓋時跳走了。

調查結果：

1. 在水溝中聽見斑腿樹蛙叫聲數量不多，拉開水溝蓋都已跳走。
2. 在學校外圍水溝中發現斑腿樹蛙卵泡(移除)。
3. 在原本廖自強老師說沒發現斑腿樹蛙的生態池發現斑腿樹蛙的叫聲(一隻)，還有一隻貢德氏赤蛙和黑眶蟾蜍。
4. 隔天 0428 志工在水溝中移除斑腿樹蛙 8 隻

調查範圍地圖:3 km×3 km，發現斑腿樹蛙的水溝與生態池都在第六個方格中。

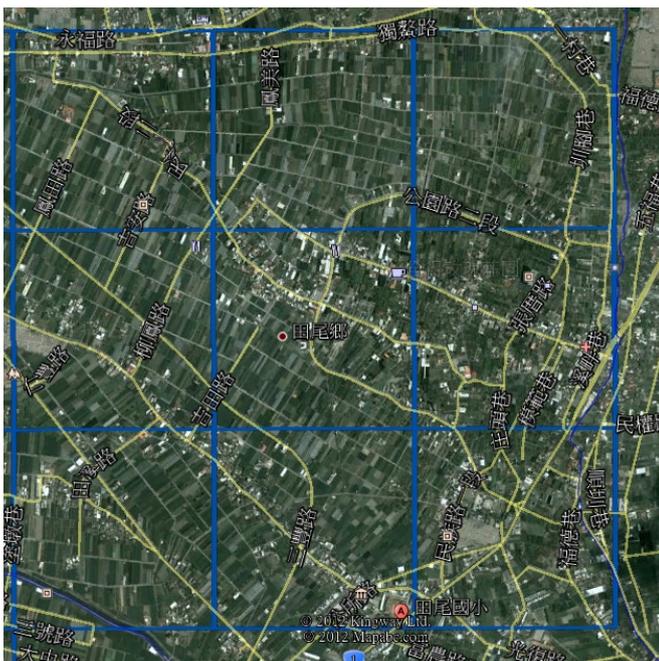


圖 1 生態池

圖 2 水生植物



圖 3 操場中的水溝

圖 4 水溝打開後



附錄二、斑腿樹蛙分布點

縣市	鄉鎮區	地點	T97E	T97N	海拔	2012 年新增
台北市	文山區	木柵動物園	309551	2765060	80	✓
	南港區	後山埤	308894	2771018	70	✓
新北市	八里區	挖仔尾	291980	2784387	2	
		長坑國小	289407	2779761	40	
		下罟寮路	287375	2778669	207	✓
		田埔巷	295084	2779989	100	✓
		荖芋坑路	290654	2780525	48	✓
		八里區公所	290332	2782612	29	✓
		中華路	289812	2781374	21	✓
		天乙路	295211	2778769	77	✓
		勝通汽車	289715	2779466	47	✓
		後湖路	289406	2779526	54	✓
		龍形五街	293772	2780843	227	✓
		觀音路	293562	2781899	22	✓
		楓林坑	289109	2780311	54	✓
		五股區	胡公廟菜園	293672	2777483	40
	御史坑		292721	2777077	80	
	旗竿湖		293056	2777296	140	
	頂寮		294330	2779684	160	
	凌霄亭		292779	2780907	570	
	外寮路		293112	2774435	150	✓
	外寮路 2		291922	2774556	219	✓
	竹棧步道		293213	2777385	80	✓
	登林路		291533	2773469	136	✓
	橫窠雅路		291713	2773469	85	✓
	民義路		292605	2776308	55	✓
	中直路		292007	2779168	198	✓
	崩山路		292478	2779721	267	✓
	凌雲路		293425	2777778	40	✓
	龔鈞路	291866	2775258	104	✓	
	蘆洲區	堤外菜園	299564	2776027	0	
		復興路	299002	2776140	0	✓
		集賢路	299175	2775979	7	✓
		幸福菜園	298993	2776309	5	✓
新莊區	社大菜園	294613	2772758	20		
	私人菜園	294560	2771491	20		

附錄二、斑腿樹蛙分布點(續)

縣市	鄉鎮區	地點	T97E	T97N	海拔	2012 年新增	
新北市	新莊區	中港生態農園	294593	2772877		✓	
		瓊林南路	294053	2767434	23	✓	
		幸福路菜園	294509	2771443	12	✓	
		福興街	290710	2767453	39	✓	
		新莊市水源地	290280	2770300	120	✓	
		瓊北菜園	294053	2767434	23	✓	
	樹林區	三多菜園	291030	2767299	36		
		三興菜園	289707	2767262	50	✓	
		中山公園	290710	2767453	39	✓	
		保安公園	291811	2766764	11	✓	
		北靈宮	290397	2765785	236	✓	
		玻內里登山口	291483	2765308	89	✓	
		青龍嶺	290397	2765786	236	✓	
		南寮福德宮	291483	2765308	89	✓	
		備內街	291877	2764939	62	✓	
		林口區	下罾埔	283879	2776069	184	✓
			大崗國中	287420	2771601	266	✓
	山林路二段		280663	2775298	83	✓	
	五酒桶山		279878	2772707	92	✓	
	文化北路 2 段		288118	2776159	234	✓	
	南勢街		285852	2774632	259	✓	
	嘉寶國小		284251	2777806	193	✓	
	醒吾科大學		289838	2774959	258	✓	
	頭前厝		287375	2778669	207	✓	
	三峽區		三鶯路	286924	2759874	48	✓
		台北大學	288009	2760772	42	✓	
		佳園路	289087	2760198	38	✓	
		柑園街	288466	2760496	42	✓	
		香草精靈	286807	2760179	38	✓	
		桃子腳	289113	2759912	35	✓	
	鶯歌區	碧龍宮	286923	2761631	140		
		明園街	28386	2763218	150	✓	
		阿四坑	287159	2761890	130		
阿南坑		287932	2761987	67	✓		
中正一路 303 巷		285966	2761529	91	✓		
	西湖街 53 巷	285365	2761245	64	✓		

附錄二、斑腿樹蛙分布點(續)

縣市	鄉鎮區	地點	T97E	T97N	海拔	2012 年新增	
新北市	鶯歌區	碧龍宮	286923	2761631	140		
		阿四坑	287159	2761890	130		
		阿南坑	287932	2761987	67	✓	
		中正一路 303 巷	285966	2761529	91	✓	
		西湖街 53 巷	285365	2761245	64	✓	
		東湖路圳頭坑	287004	2762886	113	✓	
		湖山路 23 巷	285469	2761177	104	✓	
		礫間濕地	285765	2760496	53	✓	
	板橋區	館前路	285765	2760496	53	✓	
		浮洲溼地	294485	2766627	20	✓	
	土城區	土城彈藥庫	295104	2761940	21	✓	
		城林溼地	293731	2763003	20		
	桃園縣	龜山鄉	福源山步道	285636	2764059	100	
大棟山步道			288284	2765028	275	✓	
春天農場			284022	2765685	120		
公明街			285511	2766529	131	✓	
中興路 90 巷			284949	2763645	125	✓	
石雲寺步道			286892	2764010	180	✓	
光峰路 281 巷			285188	2766364	131	✓	
育英街			285088	2765468	122	✓	
成功工商			285264	2764683	154	✓	
明成街菜園			285746	2764605	148	✓	
花窯			287804	2763853	218	✓	
三聖宮			284293	2765679	154	✓	
茶專路			287325	2764901	175	✓	
茶專一街			287609	2765268	141	✓	
蕭厝坑			286123	2763857	133	✓	
豐榮街			285914	2766412	128	✓	
大崗國中			287420	2771601	264	✓	
桃園市			成功路 3 段 106 巷	284039	2766354	154	✓
楊梅鎮			溼地	267917	2759293	173	
		復旦路	267752	2759181	176	✓	
蘆竹鄉		私人菜園	275987	2765532	92		
		大興路	280817	2759297	141	✓	
		康屋	276457	2765198	102	✓	
		仁愛路三段 560 巷	281274	2771833	150	✓	

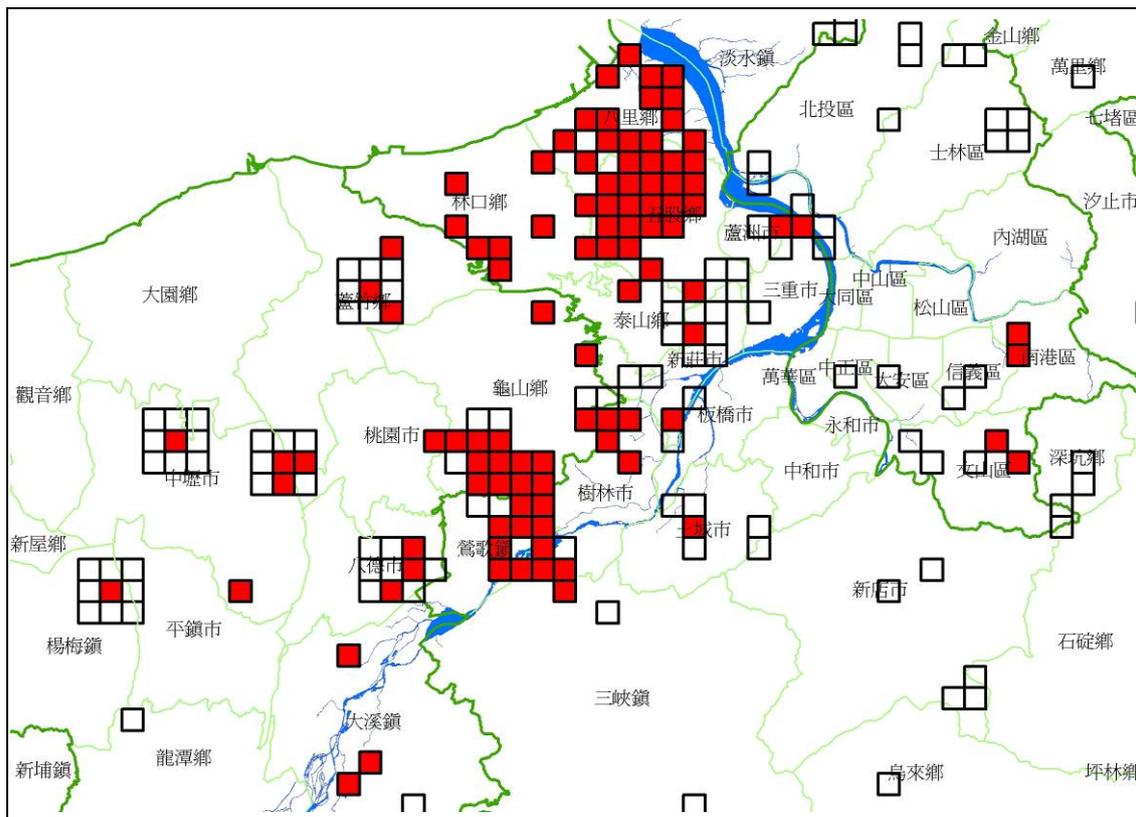
附錄二、斑腿樹蛙分布點(續)

縣市	鄉鎮區	地點	T97E	T97N	海拔	2012 年新增	
桃園縣	蘆竹鄉	簡家農場	284780	2774880	193	✓	
		五酒桶山	279878	2772707	150	✓	
	八德市	埤塘生態公園	281618	2759574	120		
台中市	梧棲區	私人菜園	203052	2680968	10		
		林宅	202402	2680769	10		
	沙鹿區	晉江寮	207847	2679542	149	✓	
		牛頂頭	208794	2676692	270	✓	
	大雅區	垃圾掩埋場	210065	2679346	249	✓	
	石岡區	私人菜園	227852	2685444	290		
		土牛村	230186	2684903	310		
		沙連墩	229312	2685706	290		
		德興田園	231105	2684272	320		
		九房厝	228284	2685584	317	✓	
		和盛公園	231306	2683664	343	✓	
		新社區	七分荒塘	228863	2682311	518	✓
			中興嶺	229743	2678067	515	✓
			東新路	230752	2682472	451	✓
			蓮園	231687	2678759	481	✓
		新社國小	230725	2681669	449	✓	
	西屯區	台中都會公園	209059	2678064	300		
彰化縣	田尾鄉	蕙洋園	201973	2644799	26		
		鴻霖園藝	201917	2644423	26		
		菁芳園	202654	2644697	27		
		清水溝生態池	199027	2643616	9		
		仁豐國小	199953	2644278	30	✓	
		阿嬤私房菜餐廳	201029	2644772	28	✓	
		船鵠牛排館	201195	2643993	29	✓	
		庄頭巷	202427	2643969	34	✓	
		田尾國中	202495	2642989	45	✓	
		田尾國小	201807	2643074	34	✓	
		北斗鎮	吳子明家	201819	2640644	35	✓
			七星里	201725	2639385	40	✓
			螺陽國小	200598	2641392	40	✓
		員林鎮	私人龍眼園	205984	2649869	72	✓
			員林農工	207409	2649649	29	✓

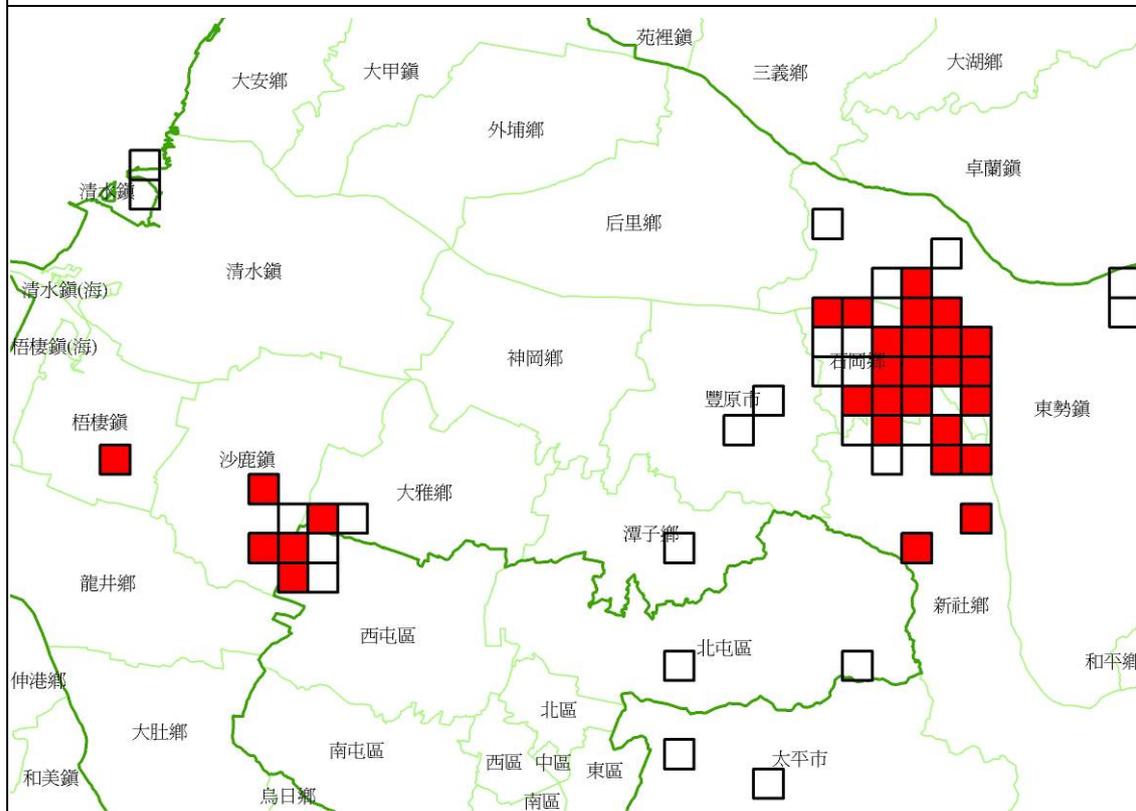
附錄二、斑腿樹蛙分布點(續)

縣市	鄉鎮區	地點	T97E	T97N	海拔	2012 年新增
彰化縣	埤頭鄉	埔尾	197686	2642840	20	
		福德路	202571	2645698	28	√
	永靖鄉	圳腳巷	202833	2645281	30	√
		張早校長家	206594	2647644	44	√
		源高種苗園	203502	2644943	34	√
		永靖耶穌聖誕堂	203589	2645997	30	√
	溪湖鎮	田中央路	195695	2649660	26	√
	埔鹽鄉	稻香生態農場	196720	2655460	13	√
雲林縣	褒忠鄉	新厝公園	176933	2623085	22	√
	北港鎮	北港朝天宮前	179009	2607370	20	
屏東縣	高樹鄉	大路觀	211517	2515638	118	√
連江縣	南竿鄉	連江建設局	143854	2894015	37	

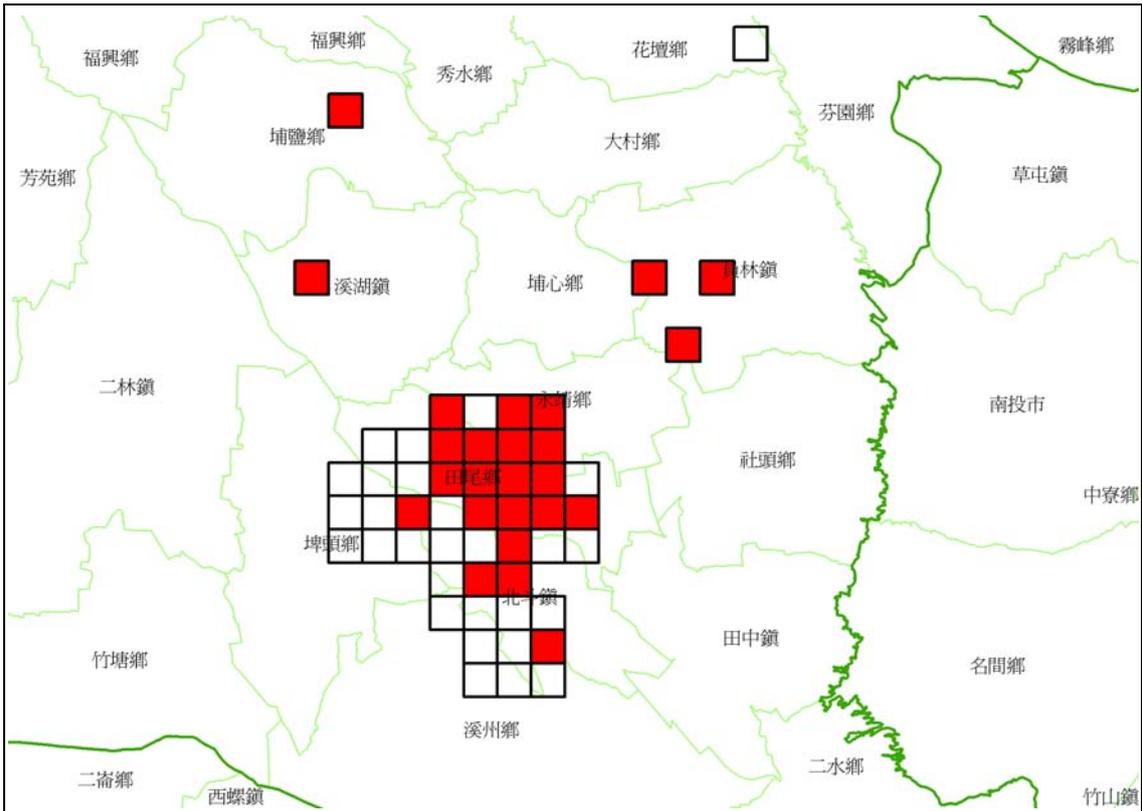
附錄三、斑腿樹蛙分布方格



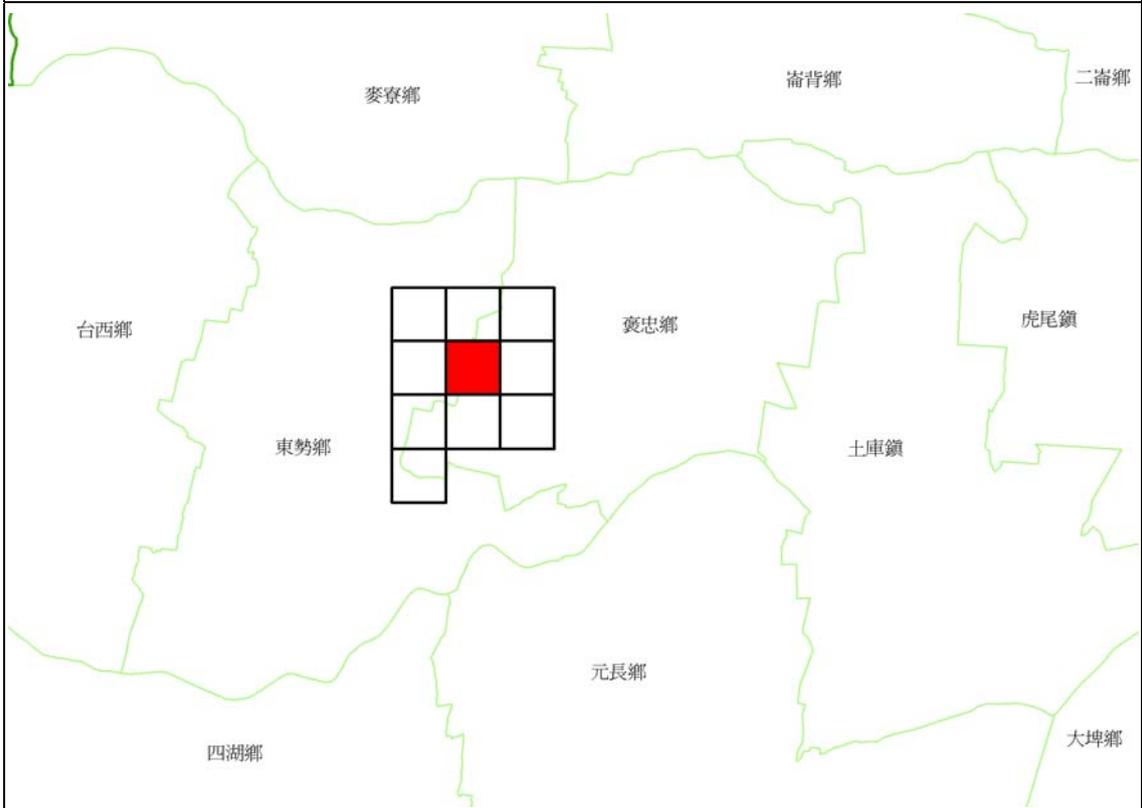
圖說：斑腿樹蛙北部分布方格(紅色為有發現斑腿樹蛙)



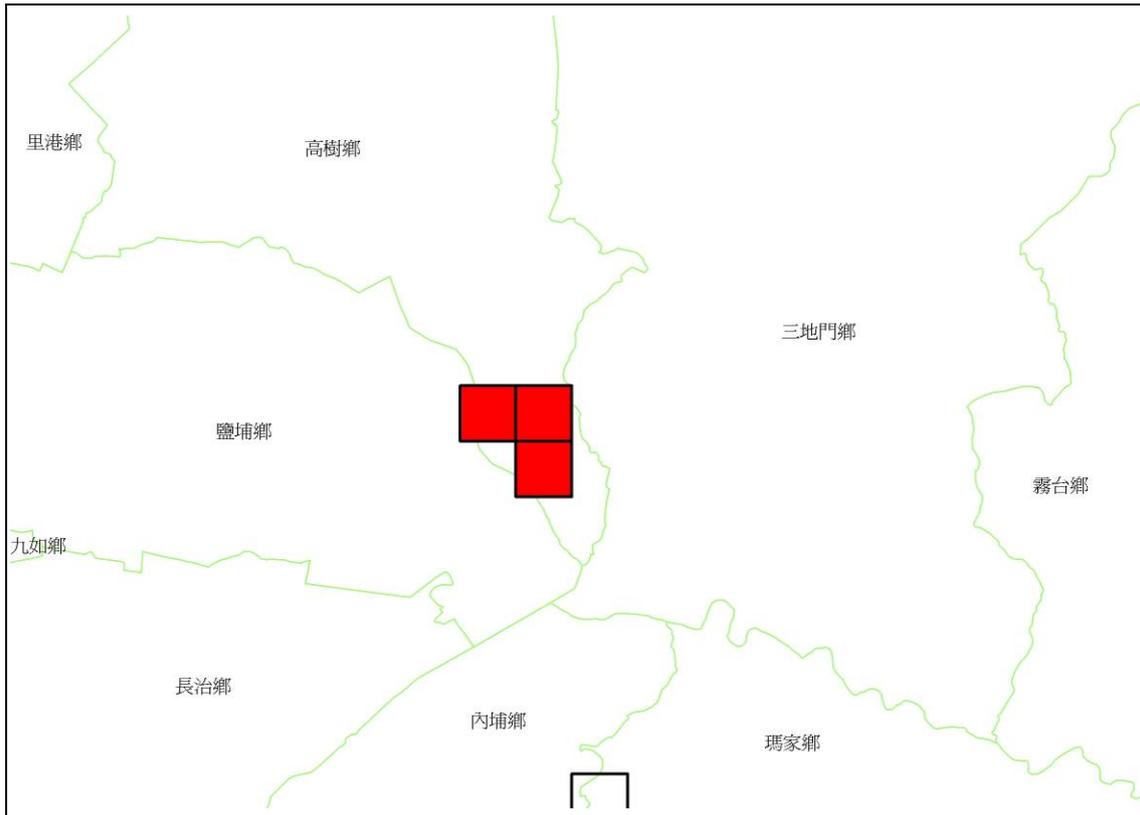
圖說：斑腿樹蛙台中地區分布方格(紅色為有發現斑腿樹蛙)



圖說：斑腿樹蛙彰化地區分布方格(紅色為有發現斑腿樹蛙)



圖說：斑腿樹蛙雲林地區分布方格(紅色為有發現斑腿樹蛙)



圖說：斑腿樹蛙屏東地區分布方格(紅色為有發現斑腿樹蛙)

附錄四、移除活動與培訓研習照片



圖說：11月八里挖仔尾移除活動



圖說：12月台中都會公園移除活動



圖說：3月於挖仔尾辦理工作假期



圖說：4月於台中都會公園架設陷阱



圖說：4月於台中都會公園夜間移除



圖說：5月於台北市立動物園辦理研習



圖說：7月於田尾辦理移除座談會



圖說：利用撈網撈除陷阱內蝌蚪



圖說：水桶陷阱與 PVC 管旁的斑腿樹蛙



圖說：斑腿樹蛙捕食小雨蛙



圖說：繁殖季末躲藏於水桶陷阱的斑腿樹蛙



圖說：大型且完整的東方水蠊



圖說：經常可在胃中發現的黑腹狼蛛



圖說：斑腿樹蛙幼蛙



圖說：在胃中發現的蘇里南潛蠊



圖說：大型且完整的鉛山壁虎

