

外來種斑腿樹蛙控制與監測計畫
Controlling and Monitoring the Alien Tree Frog –
Polypedates megacephalus

計畫編號：104 林發-07.1-保-28(2)

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：林湧倫、謝凱傑、吳忠慧、龔文斌

中華民國 105 年 1 月 8 日



中文摘要

為了解、控制及監測臺灣地區斑腿樹蛙分布狀況，本研究於 2015 年運用兩棲類保育志工在全臺灣進行監測調查。將斑腿樹蛙分布點套疊 5km×5km 方格系統，於每個方格中挑出 1-3 個斑腿樹蛙分布點，做為今年度斑腿樹蛙監測樣區。於 2015 年 23 個志工團隊參與監測調查，86 個樣區中共發現 25 種蛙類、8,189 隻次，黑眶蟾蜍發現的隻次最多(1523)、斑腿樹蛙其次(1238)。斑腿樹蛙分布於臺北市、新北市、桃園市、新竹縣、苗栗縣、臺中市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣、屏東縣等地，共計 858 個分布地點，與 2014 年分布相較新增新竹縣、嘉義縣。在 41 個與布氏樹蛙共域樣點的調查結果，有 40 個樣點發現斑腿樹蛙，僅 17 個樣點發現布氏樹蛙。在 36 個連續兩年有斑腿樹蛙的樣點中，有 30 個發現斑腿樹蛙。9 個僅進行一年調查的樣點中，只有 1 個樣點未發現斑腿樹蛙，顯示斑腿樹蛙一旦入侵成功後多能維持穩定的族群。在斑腿樹蛙族群量高、且多數地點已普查完成的觀音山及周遭地區進行網路分析(Incorporating Network Analysis)，選擇 2010-2015 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。結果顯示重要性較高的節點位在觀音山東北側(八里、五股)，其次是南側的樹林、南龜山和鶯歌。西側與北側的節點分布較為零散，重要程度也較低。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 1040 人次，共移除 1006 隻斑腿樹蛙。另外目前針對 2012 年 117 隻斑腿樹蛙的 DNA 樣本進行 5 個微衛星基因座的 DNA 片段擴增(amplify)實驗。樣點間的族群遺傳分化結果顯示，遺傳分化程度介於 0-0.1962 之間，樣點間的遺傳分化程度(F_{ST})與地理距離間有顯著的相關性。

關鍵詞：斑腿樹蛙、分布、網路、控制、監測、族群遺傳、地理距離

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 2015. We overlapped *Polypedates megacephalus*' distribution sites in 5km×5km grid systems and selected 1-3 from each grid as the sampling sites of this year. In 2015, there were 23 volunteer teams involving in the monitoring surveys, and 8189 frogs belonging to 25 species were found. The most abundant species found was *Duttaphrynus melanostictus* (1253), and the second one was *Polypedates megacephalus*(1238). *Polypedates megacephalus* is found in Taipei City, New Taipei City, Taoyuan City, Hsinchu City, Miaoli County, Taichung City, Zhanghua County, Nanto County, Yunlin County, Chiayi County, and Pingtung County with a total of 858 distribution sites. Hsinchu City and Chiayi County are the newly added sites of the year. The result of surveying 41 sympatric sites shared with *Polypedates braueri* showed that *Polypedates megacephalus* was found in 40 sites while *Polypedates braueri* was only in 17 sites. In 36 sites with *Polypedates megacephalus* for two consecutive years, 30 were found with *Polypedates megacephalus* in it. In 9 sampling sites which were surveyed for one year, only one site was devoid of *Polypedates megacephalus*, showing that once *Polypedates megacephalus* makes a successful invasion, the population will be stable. We conducted Incorporating Network Analysis in Guanyinshan and its surrounding areas, where *Polypedates megacephalus* has the most population and most sites has been fully surveyed. We used the data collected from 2010 to 2015, analyzed the distribution of *Polypedates megacephalus*, set up the spatial networks of nodes based on the important habitats, and calculated the connectivity among nodes to find the key regions which influence *Polypedates megacephalus*' spreading. The result showed that the more crucial nodes are located at the northeastern side of Guanyinshan (Bali and

Wugu), and the next ones are at the southern side (Shulin, Nankueishan, and Yingge). The nodes at western and northern sides are sparse with less importance. In 2015, there were 1040 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 1006 *Polypedates megacephalus* were removed. Additionally, we conducted five microsatellite loci of DNA fragment amplification for the DNA samples of 117 *Polypedates megacephalus* caught in 2012. The result of population genetic differentiation among sampling sites showed that the fixation index (F_{ST}) was 0-0.1962. There is a significant correlation between F_{ST} and the geographic distances among sites.

Keywords: *Polypedates megacephalus*, distribution, network, control, monitor, population genetic, geographic distance

目錄

一、前言	1
二、文獻回顧	2
三、研究材料與方法	9
四、結果與討論	221
五、結論與建議	478
六、參考文獻	489
附錄 一、斑腿樹蛙各縣市分布點	53
附錄 二、2015 年斑腿樹蛙通報	58
附錄 三、土地使用分類與阻礙值	62
附錄 四、相關新聞報導	77
附錄 五、照片	79

圖目錄

圖 1、2015 年各縣市兩棲類保育志工團隊分布圖.....	10
圖 2、台北市、新北市、桃園市斑腿樹蛙監測點.....	12
圖 3、台中市、彰化縣與雲林縣斑腿樹蛙監測點.....	13
圖 4、觀音山地區各土地利用類型的阻礙值.....	15
圖 5、研究範圍內斑腿樹蛙繁殖水池.....	16
圖 6、斑腿樹蛙擴散模式研究流程.....	18
圖 7、2015 年斑腿樹蛙分布圖.....	22
圖 8、自 2012 年到 2015 年的斑腿樹蛙分布圖.....	25
圖 9、觀音山地區各節點重要值分布圖.....	31
圖 10、2011-2015 年八里挖子尾地區與斑腿樹蛙共域之蛙種比率圖	33
圖 11、2011-2015 年鶯歌碧龍宮與斑腿樹蛙共域之蛙種比率圖	34
圖 12、2011-2015 年台中都會公園與斑腿樹蛙共域之蛙種比率圖	35
圖 13、2011-2015 年田尾國小和蕙洋園與斑腿樹蛙共域之蛙種比率圖	34
圖 14、挖仔尾自然保留區 2012-2015 年斑腿樹蛙移除總數與參與人數	34
圖 15、鶯歌碧龍宮 2012-2015 年斑腿樹蛙移除總數與參與人數	38
圖 16、臺中都會公園 2012-2015 年斑腿樹蛙移除總數與參與人數	40
圖 17、田尾鄉田尾國小、蕙洋園 2012-2015 年斑腿樹蛙移除總數與參與人數 .	41
圖 18、所有樣本原始基因型的 pairwise F_{ST} 及地理距離的相關分析	46

表目錄

表 1、2015 年各移除地點負責團隊。.....	21
表 2、2015 年 3-10 月斑腿樹蛙監測點調查結果.....	27
表 3、各蛙種發現隻次.....	30
表 4、2015 年新北市八里區挖仔尾自然保留區斑腿樹蛙移除數量與參與人數....	37
表 5、2015 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、2015 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、2015 年彰化縣田尾鄉田尾國小、蕙洋園斑腿樹蛙移除數量與參與人數....	40
表 8、2012 至 2015 年台灣各縣市的斑腿樹蛙及樣本數量.....	43
表 9、台灣各縣市斑腿樹蛙採樣族群的地理座標及兩兩族群間的地理直線距離..	44
表 10、2012 年 117 隻斑腿樹蛙樣本的微衛星基因座 PCR 擴增成功率資料.....	44
表 11、各樣點族群的微衛星基因座之對偶基因數目(N_a)、有效對偶基因數(N_e)、特 有對偶基因數(P_a)、異結合度觀察值(observed heterozygosity, H_o)和異結合度 期望值(Unbiased, expected heterozygosities)及是否偏離哈溫平衡檢測的機率 值(Hardy-Weinberg equilibrium P-value, HWE).....	45
表 12、表 12、所有樣點間的 pairwise F_{ST} 值及是否顯著偏離 0 的機率 P 值.....	45
表 13、所有樣本的分子變異分析結果.....	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。臺灣本島於2006年在彰化縣田尾鎮發現，為最新記錄之外來蛙種。2011-2014年研究結果顯示斑腿樹蛙仍在擴散中，2014年普查顯示斑腿樹蛙分布於臺北市、新北市、桃園市、苗栗縣、臺中市、彰化縣、南投縣、雲林縣、屏東縣等地，與2013年分布相較新增南投縣。比較2013年及2014年方格系統的調查結果也發現斑腿樹蛙持續擴散中。分析有進行移除活動的八里挖仔尾、鶯歌碧龍宮及臺中都會公園歷年蛙種組成資料發現，斑腿樹蛙比率逐年下降，原生蛙種比率上升。其中觀察到斑腿樹蛙與貢德氏赤蛙比率呈現相反趨勢，可見斑腿樹蛙對於台灣原生蛙類確實有影響；斑腿樹蛙與布氏樹蛙使用棲地類型幾乎完全相同，很可能產生競爭排擠現象。共域蛙種研究結果顯示斑腿樹蛙對於入侵地的蛙類群聚結構造成影響。針對斑腿樹蛙移動與活動範圍研究結果顯示斑腿樹蛙有明顯季節性移動，繁殖季與非繁殖季時移動範圍較小；非繁殖季前後因為正在離開或前往水域，移動範圍較大。透過分析有進行移除控制的八里挖仔尾、鶯歌碧龍宮，彰化田尾在2012-2015四年間蛙種群聚組成發現，控制第二年時斑腿樹蛙族群量不會立即下降，但在第三年時可明顯見效。

目前斑腿樹蛙仍持續擴散中，有必要持續運用志工與通報機制進行普查，以了解斑腿樹蛙實際分布邊界與擴散情況。而斑腿樹蛙在臺灣島內族群分布呈現不連續，利用分子生物學技術，可探討族群間的地理親源關係，瞭解族群拓殖路徑及歷程，有助監測擴張趨勢。

外來入侵種的管理早已是許多國家關注的項目之一。外來種從開始引入到成為入侵種，不同階段要有不同的管理方式，以最後一個階段：外來種成功於野外建立族群並開始擴散為例，所採取的策略便是預測入侵種擴散方向，在高入侵風險的地區建立哨兵站等監測方式。網路分析(Network Analysis)所採用的方式為分析入侵種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入侵分佈擴散的關鍵地區，未來便能優先針對這些地區進行管理。

研究目的

- (一) 臺灣本島斑腿樹蛙分布現況監測。
- (二) 運用分子生物學方法研究斑腿樹蛙族群擴散路徑。
- (三) 運用歷年調查資料，嘗試利用網路分析找出影響斑腿樹蛙擴散的重要棲地。
- (四) 結合地方保育團體、政府機關、學校及兩棲類保育志工，移除及控制斑腿樹蛙。

二、 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擴散、棲地利用等先前文獻結果，做為本年度網路分析、分子遺傳的背景資料。

(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2011-2014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。分布點均集中於新北市與彰化縣，兩個縣市所佔比例總和在各年度皆超過50%。

由上述結果可知斑腿樹蛙分布廣泛，若結合志工普查與民眾通報，能有效率的清查未發現點。斑腿樹蛙在台灣分布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2012-2014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)，到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，目前已經分布在多個縣市並建立起穩定的族群。斑腿樹蛙能夠在短時間內建立廣泛的分布，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。

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 ± 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 ± 164.7 公尺，母蛙平均為 87 ± 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.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或又字文，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。

比較2006-2014年布氏樹蛙與斑腿樹蛙的分布，結果顯示兩者的分布型態完全不同，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，

7.斑腿樹蛙共域蛙種

在2012到2014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%；而在2013年及2014年比率下降至約40%左右，共域的貢德氏赤蛙、澤蛙在2013年及2014年間數量比率則呈現上升。在鶯歌碧龍宮，斑腿樹蛙僅有小幅減少，其餘原生蛙種的變化也不大，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%；黑眶蟾蜍、貢德氏赤蛙與澤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。小雨蛙所佔比率逐年略為增加。

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)網路分析與結構化決策分析

入侵種生物族群在空間上的分布範圍與各棲地族群間的播遷交流潛力，是管理防治外來入侵種時的重要參考資訊。藉由瞭解物化環境因子(如氣溫、雨量)、地理性質(如土地利用類型、開發程度)等空間要素如何影響目標入侵種族群的分布，以及其棲地之間的連通度(connectivity)，我們得以投注有限資源於高風險、高連通度之播遷棲地、廊道等關鍵地區，以期發揮最大管理成效。針對生物族群棲地連通度的分析研究方法可分為兩大類：一、透過棲地適宜度分析(habitat suitability analysis)找出目標物種在空間上的連續性分布機率；二、使用網路分析工具(如 least-cost modeling、circuit theory 等)去模擬目標生物在複數個棲地之間的播遷狀況，以計算出各棲地之間的連通程度(Adriaensen et al., 2003; Janin et al., 2009; McRae, Dickson, Keitt, & Shah, 2008; Sawyer, Epps, & Brashares, 2011)。此兩類方法可藉由圖形理論(graph theory)的分析技術加以整合，去量化目標物種棲地網路中各棲地對於整體網路連通度的影響程度，找出對維繫該 metapopulation 穩定性、連通度具有高重要性的關鍵棲地地點，以得到對管理決策有用之資訊

(Minor & Urban, 2008; D. Urban & Keitt, 2001; D. L. Urban, Minor, Treml, & Schick, 2009)。這些仰賴地理空間資訊的野生生物族群管理技術，在保育生物學、公共衛生疾病管理等領域發展的相當迅速且受到重視，已有許多案例使用上述圖形理論、網路分析等技術，去解決地點優先順位、地點風險重要性評估等管理決策問題(Franc, 2004; Minor & Urban, 2008; Newman, 2002)，此類分析技術在外來入侵種管理的應用潛力也多次被提及(Minor & Urban, 2008; D. L. Urban et al., 2009)。

兩棲類生物之野生族群保育及管理，亦可採用圖形理論的分析技術去研究其棲地網路，不過需要進一步考量其交替使用水域、陸域棲地的生活史特性。對於仰賴池塘等永久性水體繁殖的兩棲類生物（如斑腿樹蛙）而言，在進行空間網路分析時的最小空間單位節點(node)必須是一塊棲地面積(patch)，涵蓋單一繁殖水域樣點（如一個池塘、一個蓄水桶）和以此樣點為中心的活動範圍（annual home range），包含該生物一年之中繁殖、度冬躲藏等生活史所需資源(Decout, Manel, Miaud, & Luque, 2012)。這些彼此間連通或否的 annual home range (patch)進而組成了一個地區中的棲地網路，其網路構造與連通程度便決定了此一 metapopulation 的穩定性。兩棲類生物的這種水、陸棲地使用特性，使得其野生族群對於環境變遷、土地利用類型十分敏感，因此中、大空間尺度的棲地網路分析，將有助於我們判斷各式地景環境下繁殖棲地的重要性差異，進而找出該優先加以管理的棲地地點(Decout et al., 2012)。

(三)分子技術與族群遺傳與外來種關係

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，引入非原生地外來種族群，若因瓶頸效應使族群的遺傳多樣性明顯下降，則該外來種可能因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(Nieminen et al. 2001)導致該外來種無法適應入侵地環境，不易擴張族群。但若外來種有快速演化的能力(Quinn et al. 2000; Tsutsui et al. 2000)，或藉

由多次入侵而能維持高度的遺傳多樣性(Kolbe et al. 2004; Kolbe et al. 2008)，就會有潛力在非原生地迅速擴張族群。

微衛星基因座(microsatellite loci)為廣泛分布於真核生物的基因組中的短片段DNA重複序列(Goldstein and Schlötterer 1999)，其遺傳變異度很高，加上只需微量的DNA即可經PCR擴增偵測到遺傳變異，十分適合作為分析小尺度遺傳多樣性的DNA分子遺傳標記(genetic marker) (Freeland, 2005)。因此透過遺傳分析(Genetic analysis)技術檢測，除了可以檢測外來種族群在地理性播遷時的遺傳變異(Kolbe et al., 2004)，也能使我們得知被入侵地點的先後順序(時間點)以及評估他們不同族群間遺傳變異的結果，甚至能比較生活在原生棲地與非原生棲地的外來種，兩者之間的遺傳多樣性是否有明顯差異。鑒於以上經驗，我們能預期到新分化出去與最早入侵的外來種族群，兩者之間的遺傳多樣性是以前者為較低，這已被許多外來種兩棲類研究中證實如*Rana ridibunda* (Zeisset & Beebee, 2003)、美洲牛蛙 *Rana catesbeiana* (Bai et al. 2012 ; Ficetola et al. 2008)以及 *Eleutherodactylus coqui*(Peacock et al. 2009)等。

Ficetola et al. (2008)其針對歐洲地區的外來種兩棲類美洲牛蛙，做一系列的族群遺傳探討，Ficetola等人除了得知拓殖歐洲地區起源族群位自美國何處以外，也發現歐洲地區的美洲牛蛙族群是受到不只一次的入侵事件，因此導致歐洲族群的單型並非都同一種。除了發現起源族群外，得知一開始有效拓殖族群大小(Effective population size)，對於保育生物學以及監控防治也很重要，因此Zeisset and Beebee (2003)對英國的外來種兩棲類*R. ridibunda*做有效拓殖族群大小的估算，結果發現原生地匈牙利族群的有效拓殖族群是659.5隻；而Romney地區則是驟降到48.4隻；再來就是Lewes地區的15.8隻。Zeisset等人推測可能是一窩卵泡或是一窩蝌蚪的數量，並藉著夾帶在園藝植物中進入到英國。

外來種兩棲類入侵的特點是，藉由少數個體引進後快速的大量繁殖。然而外來種族群的遺傳結構，會因為遺傳漂變中的奠基者效應(Founder effect)或是瓶頸效應(Bottleneck effect)而減少遺傳變異，這會限制族群在適應環境的能力甚至增

加小族群滅絕的危機(Allendorf & Lundquist, 2003)。因此預期到新分化出去與最早入侵的外來種族群，兩者之間的遺傳多樣性是以前者為較低。Peacock et al. (2009)針對夏威夷的外來種兩棲類coqui frog(*E. coqui*)做族群遺傳分化的研究。從研究得知不管是遺傳多樣性(Genetic diversity; $t = 5.913$, Bonferonni adjusted $P = 0.000$)或是對偶基因豐富度(Allele richness; $t = 5.178$, Bonferonni adjusted $P = 0.001$)，非原生地均比原生地來得低；甚至在蛙類的體色方面比較，非原生地區的體色數明顯比原生地來的少。

另外Ficetola et al. (2008)與Bai et al. (2012)透過分析核苷酸多樣性(Nucleotide diversity)也能得知，非原生地族群的多樣性比原生地族群有顯著的降低(歐洲地區:Mann-Whitney $U_{11,40} = 82.0$, $P = 0.001$ ；中國地區:Mann-Whitney $U_{15,40} = 154$, $P = 0.006$)。透過以上案例均能得知，若外來種無多次引進或是無雜交行為發生，非原生地族群的遺傳多樣性要比原生地來的低。

根據以上這些訊息，未來在監控外來種數量時，(1)要注意是否有從其他原生棲地新引進的物種，避免雜交與二次引進以外，(2)在進行大規模移除動作時，可以同時對外來種的卵或是蝌蚪的進行移除，藉此來降低他們繁殖體壓力(propagule pressure)，(3)以及利用遺傳分子技術的分析來提供保育計畫參考的數據(Ficetola et al., 2008)。現階段的這些方法成效如何，都需要長時間的嚴密監控以及逐步修正方法，才有機會根除外來種在非原生棲地的蹤影。

三、 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(圖一)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，若發現有志工回報疑似斑腿樹蛙族群記錄，則立刻聯繫該志工團隊，並由兩棲類保育研究室成員協同前往進一步調查確認。

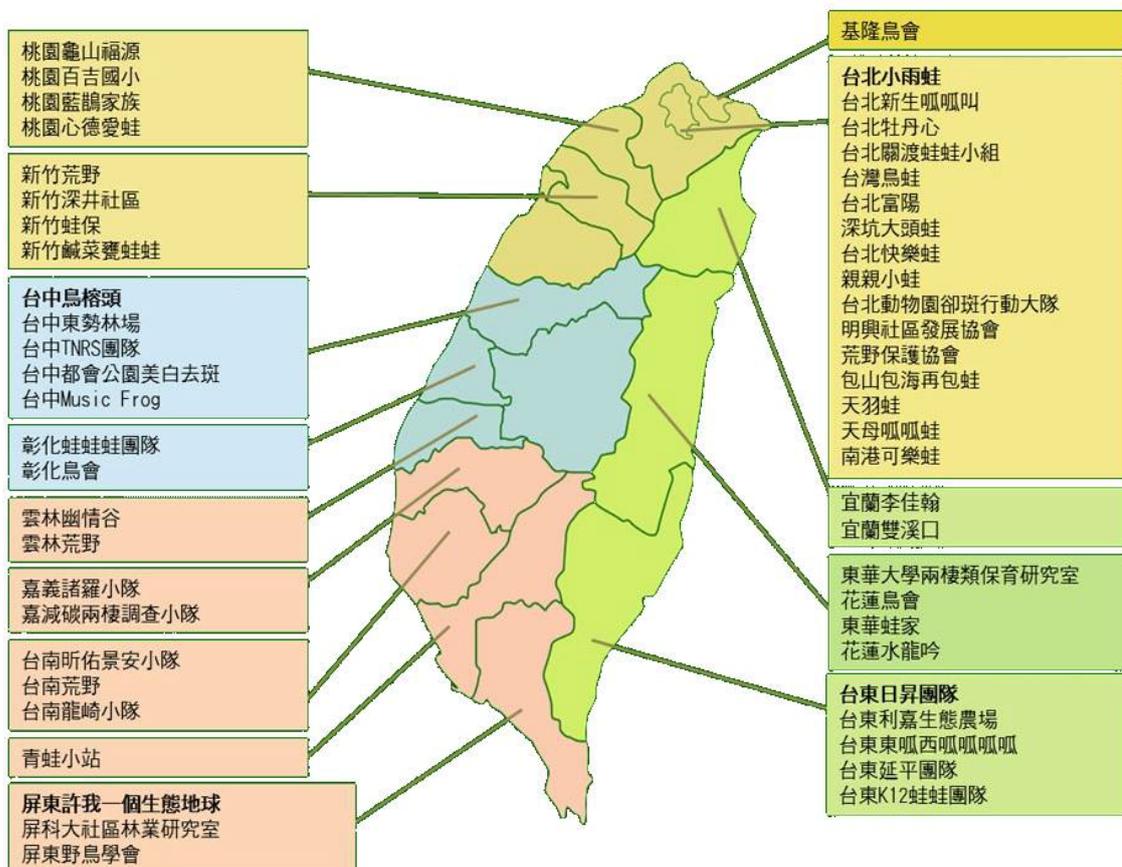


圖 1、2015 年各縣市兩棲類保育志工團隊分布圖

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)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類保育研究室信箱(froghome@mail.ndhu.edu.tw)。(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。這4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，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，也可以於臺灣兩棲保育志工團隊的Facebook平臺通報。臺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2015/12/21，共計有4158位成員社團成員在平臺上分享賞蛙心情、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類保育研究室，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

(1) 監測樣區挑選

楊懿如等人(2015)統計 2012-2014 年斑腿樹蛙在台灣分布點共有 323 個，但由於許多分布點距離接近，若全部納入監測不但需耗費大量人力與經費，對於了解斑腿樹蛙分布範圍也無顯著幫助。因此本研究將斑腿樹蛙分布點套疊 5km×5km 方格系統，於每個方格中挑出 1-3 個斑腿樹蛙分布點，做為今年度斑腿樹蛙監測樣區。挑選的優先順序如下：1.此分布點有紀錄布氏樹蛙(共域蛙種中有布氏樹蛙)。2.此分布點連續兩年皆有發現斑腿樹蛙。3.此分布點僅進行一年調

查。

挑出的斑腿樹蛙監測樣點共計有 86 個，其中屬於有跟布氏樹蛙共域的有 41 個，屬於連續兩年皆有發現斑腿樹蛙的有 36 個，僅進行一年調查的則為 9 個。樣點數量最多的縣市為台中市(20 個)，其次為新北市(19 個)，樣點分布如圖 2、圖 3。各樣點詳細資訊列於附錄一。

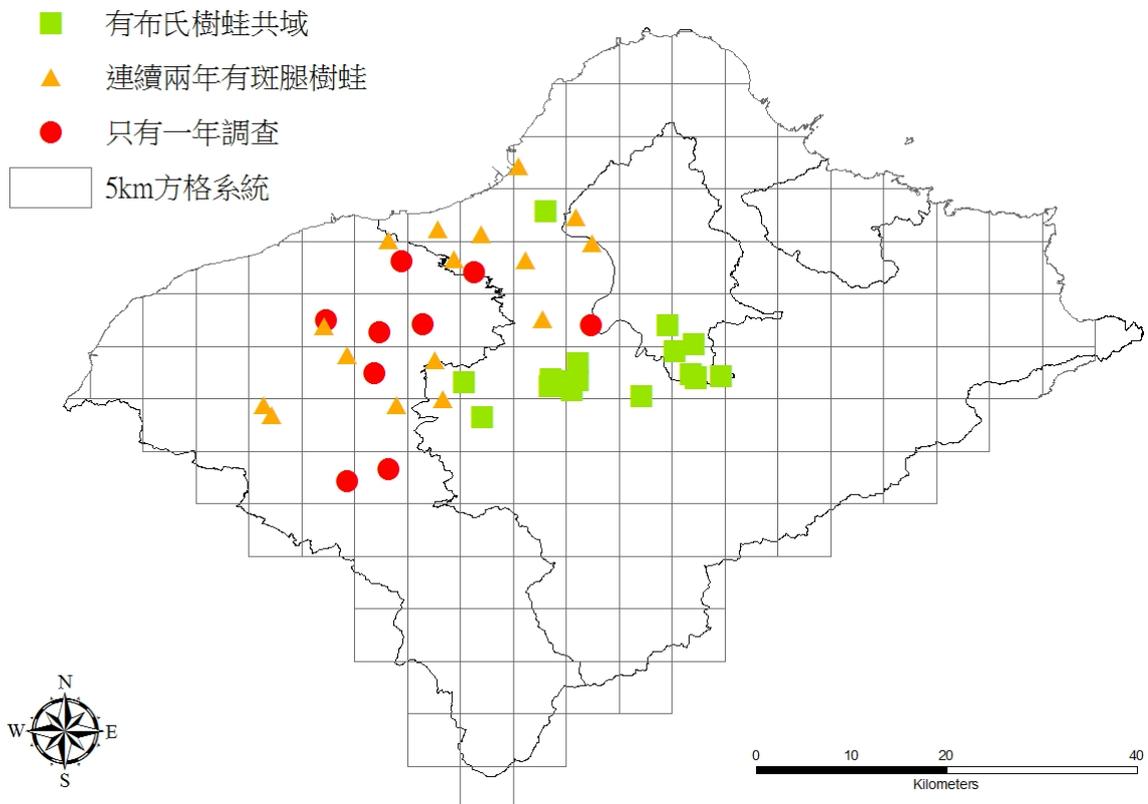


圖 2、台北市、新北市、桃園市斑腿樹蛙監測點

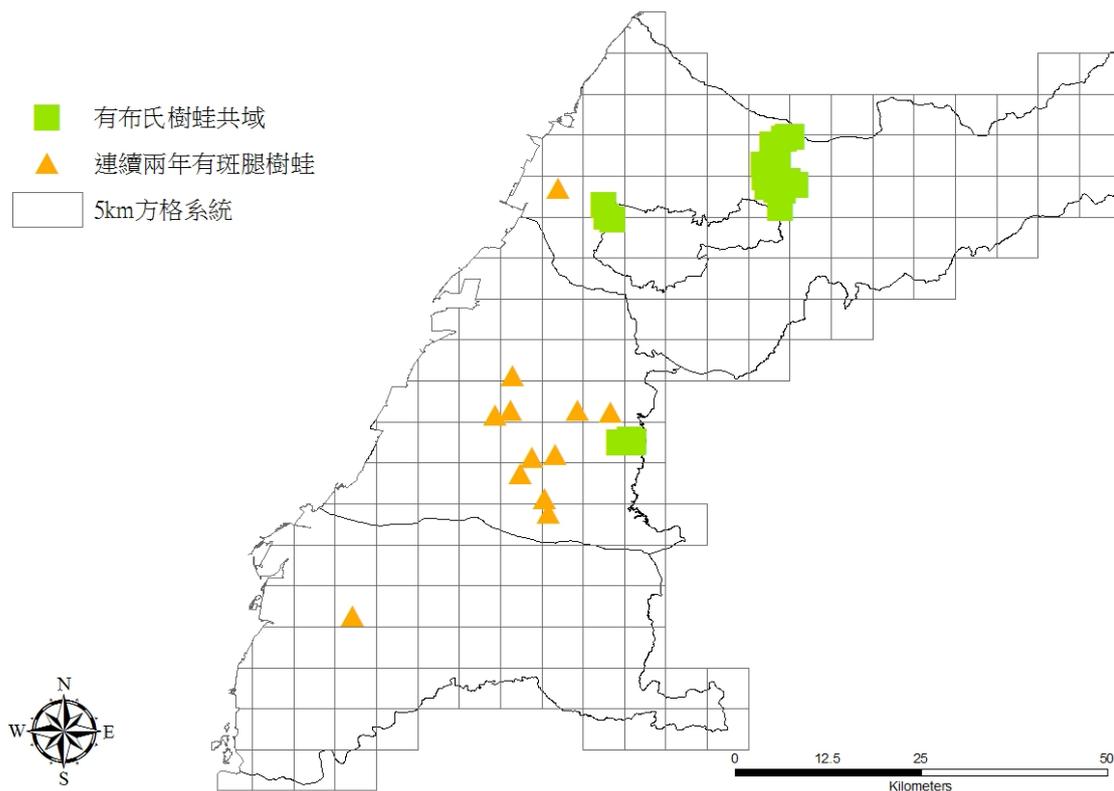


圖 3、台中市、彰化縣與雲林縣斑腿樹蛙監測點

(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。2015 年共計有 20 個團隊協助，各團隊調查的樣點列於附錄一。

(二) 斑腿樹蛙網路分析模式建立

1. 研究範圍

先行採用斑腿樹蛙族群量高、且多數地點已普查完成的觀音山及周遭地區進行研究步驟測試。研究範圍涵蓋新北市八里區、五股區、泰山區、新莊區、板橋市、土城市、三峽區、樹林區、鶯歌區與林口區，桃園市龜山區、蘆竹區、桃園市與八德市。

2. 土地利用圖層

採用國土測繪中心民國 96 年後最新版本之土地利用圖層(第二次國土利用調查)，並切割出研究範圍。此圖層格式為多邊形的 polygon，總計 73 幅 3 x 3 公里圖幅。土地利用類型分類共分為 3 級。第一級共分為 9 大類(農業、森林、交通等)，第二級就第一級之劃分再細分 41 類(農業：農作、水產，森林：天然林、人工林等)、第三級則就第二級之架構再分 103 類(農作：稻作、旱作、天然林：天然針葉林、天然闊葉林等)(詳見附錄四)。然而本次使用之圖幅中計有 29 幅因受管制，僅能取得民國 84 第一次國土利用調查之圖資版本，因此將其分類系統對應至上述第二次國土利用調查分類系統之後使用之。

本研究先將圖層轉換為 5 x 5 m 的網格資料(raster)，並依照各網格內土地利用類型，每個網格給予 1 個阻礙值(resistance value)，來表示其對於斑腿樹蛙遷徙移動的阻礙程度。阻礙值的制定方式為專家意見(expert opinion)方法，參考斑腿樹蛙棲地使用調查資料及觀音山區域正射影像圖，主觀判定此區域中各式土地使用類型對斑腿樹蛙的移動阻礙程度。此專家意見方式為大部分 least-cost modeling 研究分析所採用(Zeller, McGarigal, & Whiteley, 2012)。如斑腿樹蛙偏好的灌溉溝渠給予阻礙程度小的 5，移動難度不高的鄉道省道給予 20，高速公路則給予阻礙程度巨大的 10,000，不可能利用的棲地例如海洋，則給予 99,999(詳見附錄四)。本研究制定之阻礙值範圍介於 5-99,999，此相對數值的比例尺度，在觀音山斑腿樹蛙棲地破碎程度不高的情況下，對 least-cost modeling 的結果並不會造成太大的影響(Rayfield, Fortin, & Fall, 2010)。各土地利用類型的阻礙值如圖 4。

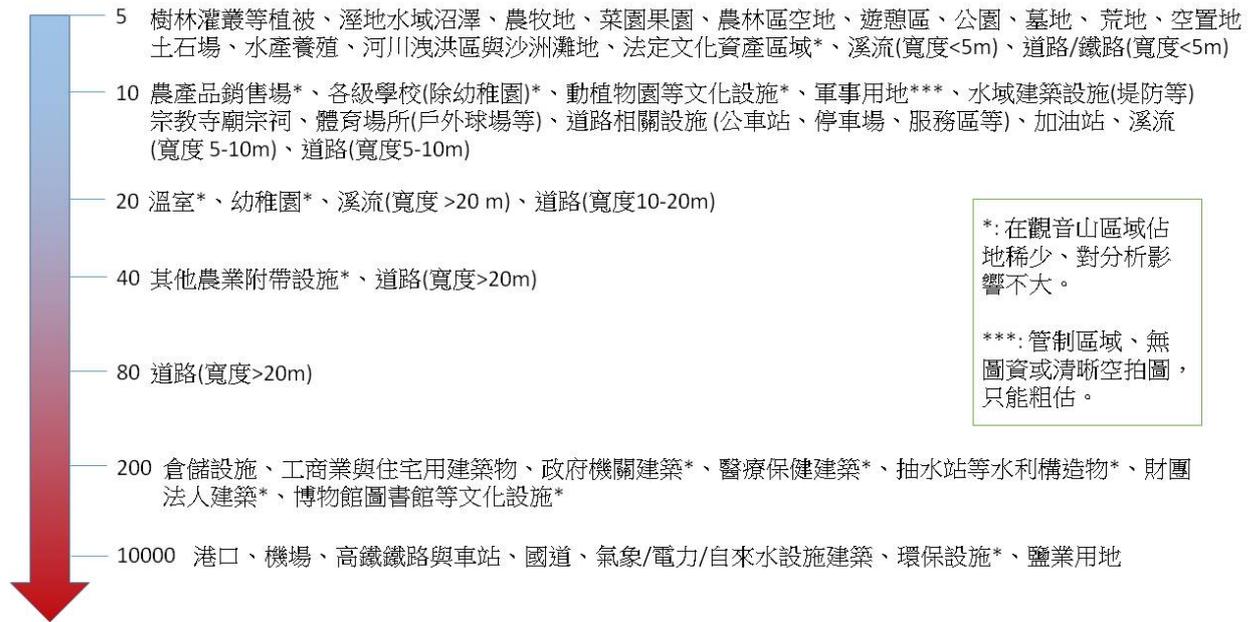


圖 4、觀音山地區各土地利用類型的阻礙值

3. 斑腿樹蛙調查點位

選擇 2010-2015 年 8 月位在研究範圍內的斑腿樹蛙出現資料。資料來源為歷年斑腿樹蛙調查、兩棲類保育志工團隊調查資料，共計有 367 個點位。再進一步篩選出斑腿樹蛙鳴叫資料，並與土地利用圖層疊合以標記出繁殖利用的水池(圖 5)。

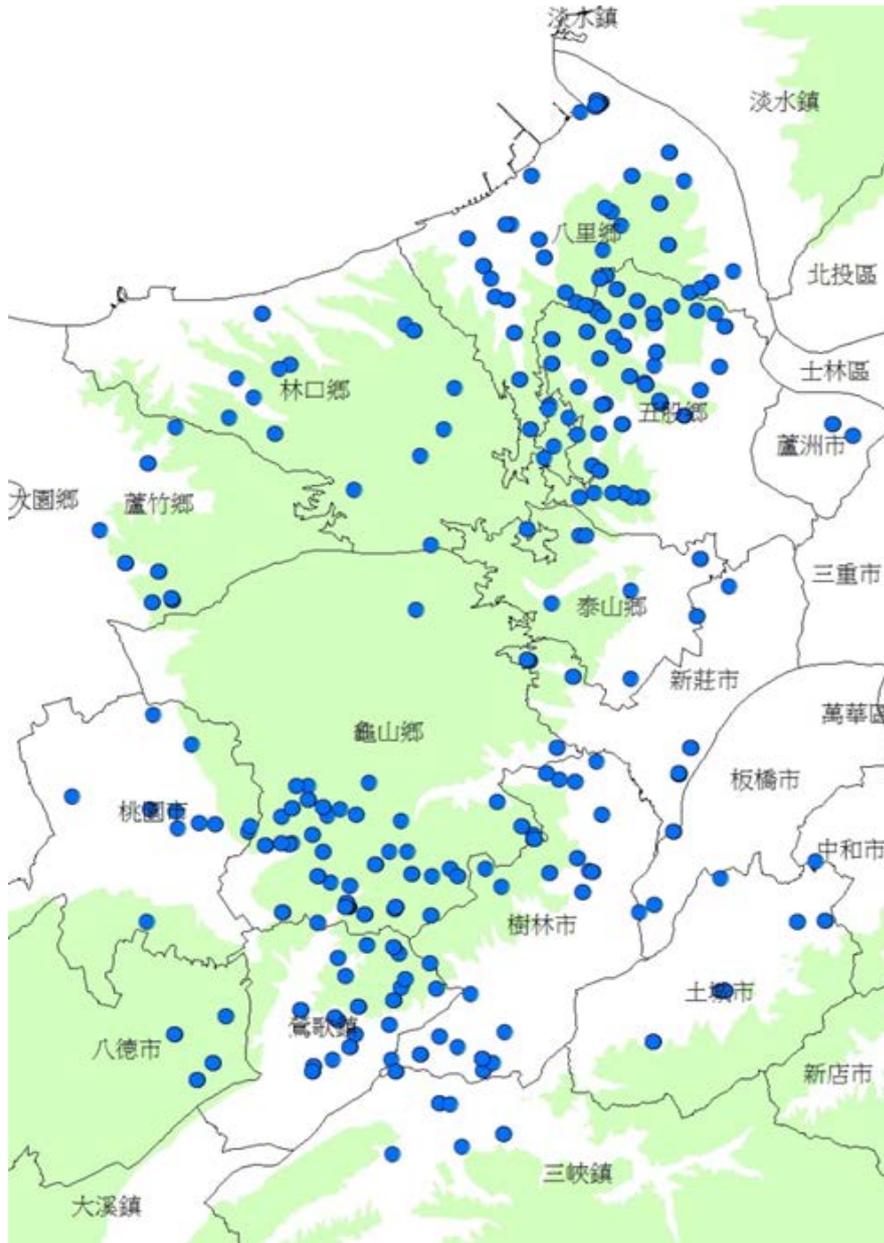


圖 5、研究範圍內斑腿樹蛙繁殖水池

4.研究流程

4.1.Least-cost modeling

根據每個繁殖水域樣點周邊棲地的阻礙值、以及斑腿樹蛙平均移動距離 (400m；根據於台中都會公園進行之個體標記捉放實驗數據)(張, 2015)使用 Least-cost modeling(LCM)算出每個樣點的 annual home range (patch)。這些 patch 就是網路分析所用的最小空間單位節點(個體不需要離開原本的繁殖水域就能抵

達的活動範圍)。有些 patch 之空間範圍彼此重疊，可以視做同一個群聚(patch cluster)。而後進行第二次 LCM 分析，調整平均移動距離為 800m 以模擬年度間的個體長距離遷徙，並將結果與前述移動距離為 400m 情境下的 patch/patch cluster 疊合，找出哪些 patch/patch cluster 互相連結，表示其之間具有斑腿樹蛙個體交流的潛能。

4.2 棲地適宜度分析(Habitat suitability analysis)

以現有分布點的氣候條件為基礎，分析研究範圍內每個網格的棲地適宜度。分析選用 Maxent 3.3.7 版，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，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 格式的棲地適宜度值。

4.3 網路分析-各棲地對網路連通度之重要性(Network analysis: patches as connectivity provider)

根據上述棲地適宜度分析所得之斑腿樹蛙出現機率分布圖，我們計算各 patch/patch cluster 面積內之平均出現機率(occurrence probability)。最後將各 patch/patch cluster 的連通與否(在 800m LCM 情境下是否相連)、平均出現機率輸入軟體進行網路連通度分析，計算各節點/節點群聚對整體斑腿樹蛙分布網路的重要性(對整體連通度的貢獻)。在此我們選用 Integral Index of Connectivity (IIC) 作為網路連通度指標(Pascual-Hortal & Saura, 2008)，其優勢在於它整合了棲地品質(i.e. 出現機率)與節點間連結與否兩大資訊，能給予整個斑腿樹蛙分布網路一

個單一數值以表示其整體連通度，方便我們量化、計算每個節點/節點群聚對於整體網路連通度的貢獻影響程度。每個節點/節點群聚都會擁有一個 dIIC 數值，數值越高代表該節點/節點群聚(繁殖水域)對於整體網路連通度貢獻度越大，對管理者而言，表示應加強監測或控制該地族群以降低整體 metapopulation 之交流與穩定性。

4.4 分析工具軟體

使用 Quantum GIS 2.12(QGIS Development Team, 2015)進行地理空間資訊系統圖層之彙整處理，以及土地利用類型之阻礙值設定；使用 MaxEnt 進行棲地適宜度分析。；使用 GRASS GIS 7.0(GRASS Development Team, 2015)之 r.cost 分析程序進行 Least-cost modeling；使用 Conefor 2.6 (Saura & Torné, 2009)進行網路分析，計算斑腿樹蛙棲地網路之 IIC/dIIC 數值。

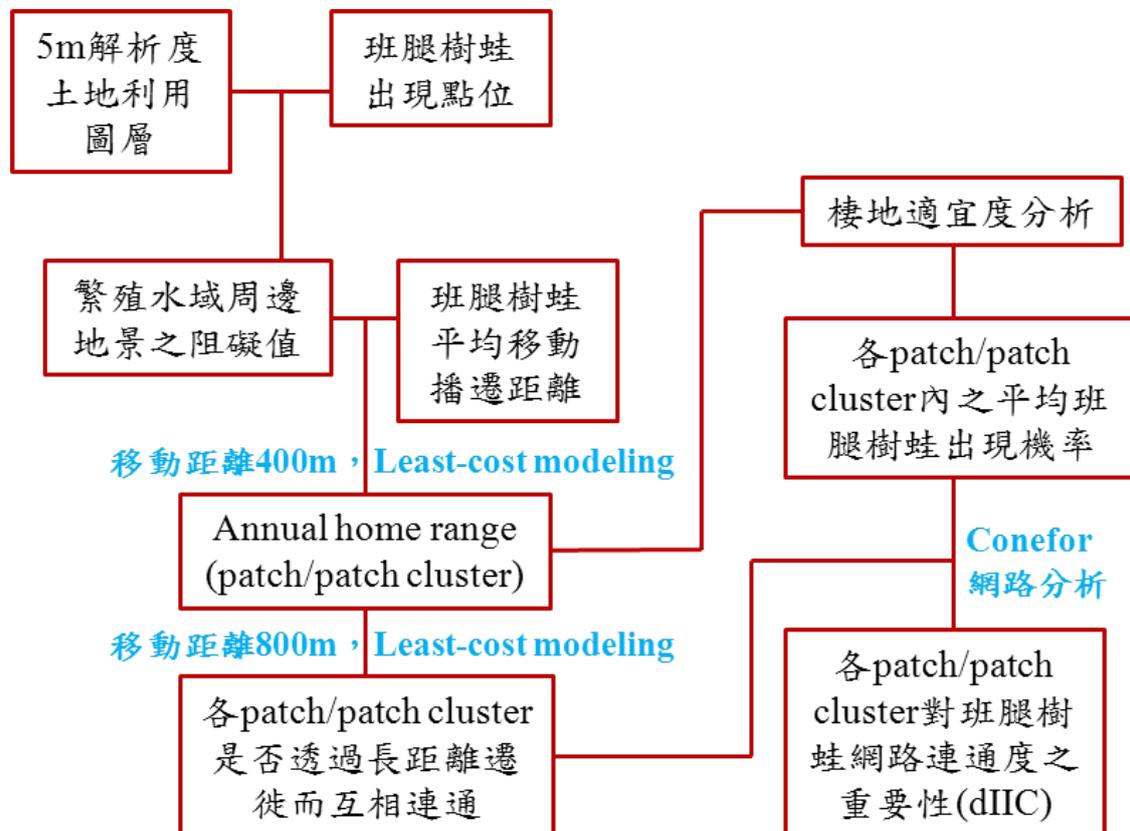


圖 6、斑腿樹蛙擴散模式研究流程

(三) 分子技術與族群遺傳關係

1. 樣本採集

樣本採集從 2012 年開始至 2015 年為止，針對已知有斑腿樹蛙分布縣市的族群分別進行採樣。

2. DNA 萃取

斑腿樹蛙組織樣本利用 Master Pure™ DNA Purification Kit (EPICENTRE) 萃取 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。

3. 微衛星基因座擴增及定型

我們利用 5 個微衛星基因座(microsatellite loci)分析各地區斑腿樹蛙的族群遺傳結構，分別為 Pb168、Pb214、Pb284、Pb293、Pb327(陳怡惠，未表資料)，每個微衛星基因座的前置或反置引子(forward or revers primer)的 5'端有螢光染劑標定。

我們以斑腿樹蛙的成蛙的 DNA 為模版(template)，利用聚合酶連鎖反應(Polymerase Chain Reaction, PCR)進行各微衛星基因座的 DNA 片段擴增(amplify)。PCR 反應物總體積為 5µl，包含 1µl DNA 樣本、0.25 units Go Taq® Flexi DNA polymerase (Promega)、2-2.5 mM MgCl₂ (Promega)、0.1-0.15 mM dNTP (Amersham, GE)、1.0µl 5X Colorless Go Taq® Flexi Buffer (pH 8.5, Promega)、0.1µM 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 30 個循環：95 °C 30 秒、各組引子的測試黏合溫度持續 30 秒及 72 °C 30 秒，最後是 72°C 持續 10 分鐘的延長反應。

PCR 產物利用 ABI 3730xL genetic analyzer (Applied Biosystems)毛細管進行電泳。電泳結果以電腦軟體 GeneMarker version 2.4 軟體(Softgenetics®)判讀每個個體各基因座對偶基因的片段大小。

4. 族群遺傳結構分析

獲得所有個體微衛星基因座的基因型後，以 GenAlEx 6.5 軟體(Peakall and Smouse 2012)計算其各別的對偶基因數量、異結合度(觀察到的異結合度(observed

heterozygosity, H_o)和期望的異結合度(expected heterozygosity, H_e)。以 Genepop 軟體(Raymond and Rousset 1995)來檢測各基因座之間是否偏離哈溫平衡(Hardy-Weinberg equilibrium, HWE)，演算程式的參數設定為 Dememorization number:10000; Number of batches:10000; Iteration per batch:10000。

由於無效對偶基因(null allele)的存在，會影響到後續族群遺傳結構分析的結果，因此以 Micro-Checker version 2.2 軟體(Van Oosterhout et al. 2004)檢測無效對偶基因頻率(null allele frequency)。若發現有基因座存在無效對偶基因，則會對其基因型使用軟體中 Brookfield (1996)的方法進行校正，並將校正後的基因型，以 GenAlEx 6.5 軟體進行遺傳分化程度分析及分子變異分析(Analysis of Molecular Variance, AMOVA)。在遺傳結構分化方面，以計算分析兩兩族群間的遺傳分化指數 F_{ST} (Meirmans and Hedrick 2011)代表分化程度。分子變異分析則為檢測樣本之間遺傳變異的主要來源是個體內、個體間、或族群間。族群間分化程度與地理距離相關性部分，以 GenAlEx 6.5 軟體中的 Mantel test 將基因型估算出的族群間 F_{ST} 與地理距離做相關性檢定。

(四) 控制

為持續監控斑腿樹蛙的族群量，於臺北市立動物園、新北市八里挖仔尾、新北市鶯歌碧龍宮、台中市臺中都會公園與彰化縣田尾進行每月一次調查與移除控制。由東華大學兩棲類保育研究室與兩棲類保育志工團隊進行，各地區負責團隊與移除期間如表一。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、2015 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 台北關渡蛙蛙小組	1 月-12 月
新北市	碧龍宮	東華大學兩棲類保育研究室、 臺北牡丹心團隊	1 月-12 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大隊	1 月-12 月
彰化縣	田尾	東華大學兩棲類保育研究室、 彰化鳥會	1 月-12 月

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

2015 年共計 55 個團隊參與調查，涵蓋 18 個縣市，653 個樣區，上傳了 22,502 筆資料。其中於 9 個縣市發現斑腿樹蛙，調查到 2,483 隻次，包含雄蛙 1,859 隻次，雌蛙 351 隻次，幼蛙 273 隻次，卵塊 169 個以上。

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。

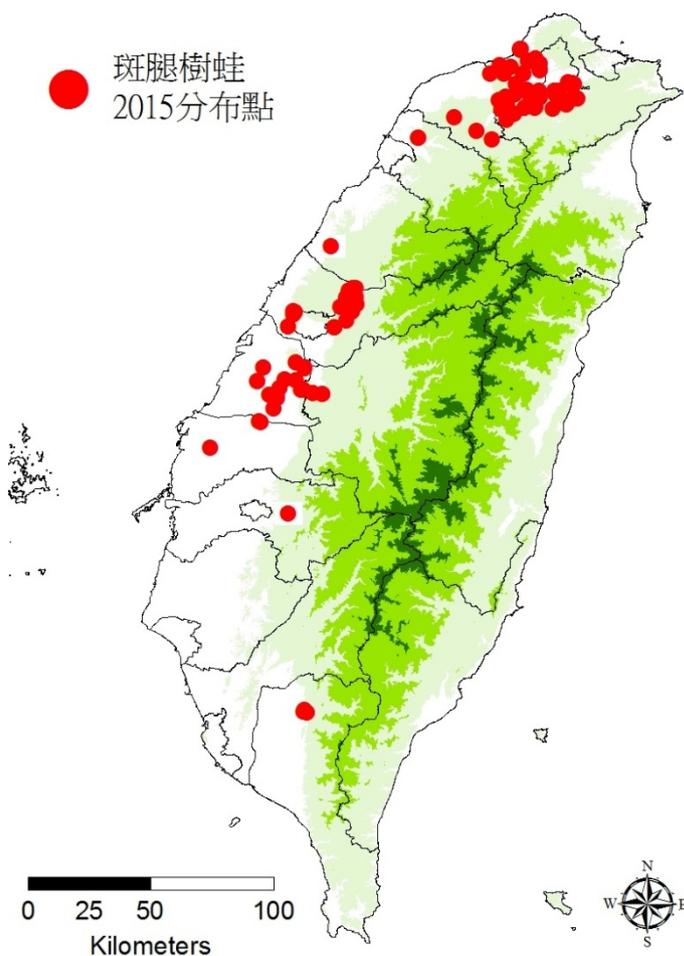


圖 7、2015 年斑腿樹蛙分布圖

2. 一般民眾與蛙友通報分布

2015年共計70筆通報記錄(附錄二)，其中55筆確認為斑腿樹蛙。通報方式主要為臺灣兩棲保育志工Facebook社團通報(45筆)、東華大學兩棲類保育研究室信箱通報(13筆)及私人通訊通報(口頭告知與電話通報，12筆)。通報時間集中在6-7月(11筆)。可能原因為這段期間是斑腿樹蛙繁殖期，容易被人發現，確認有斑腿樹蛙分布的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。

通報案件中發現一些特殊情況：(1)藉園藝植物擴散：今年7月27日於新北市家樂福永和店內的盆栽區發現斑腿樹蛙停棲於植物上，盆栽的供應商是來自屏東縣潮州鎮的園藝業者。過去也曾在彰化縣田尾鄉發現某園藝業者將產於店內園藝植物上的斑腿樹蛙卵塊當贈品送給來店消費的顧客。(2)利用運輸工具擴散：今年8月25日於桃園市家樂福內壢店的汽車服務中心發現有斑腿樹蛙停棲於牆面上。在去年也曾有民眾通報在台北市捷運板南線發現斑腿樹蛙。在以上通報案件中得知斑腿樹蛙會受人為挾帶而擴散出去，建議未來需加強對外來種的觀念宣導，以減少斑腿樹蛙的擴散機會。

3. 斑腿樹蛙在各縣市分布點

綜合2012年到2015年所有斑腿樹蛙分布資料(圖8)，目前分布的範圍含括九個縣市，由北而南依次為台北市、新北市、桃園市、新竹縣、苗栗縣、台中市、南投縣、彰化縣、雲林縣、嘉義縣與屏東縣，共計858個分布地點，其中新增新竹縣與嘉義縣；最多的為新北市(300個)，其次為彰化縣(183個)與桃園縣(179個)；最少的為新竹縣與嘉義縣，各僅有1個分布點。

進一步討論2012-2015年的分布變化。圖8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族群。隨著人為意外引入與斑腿樹蛙本身的擴散能力，2014-2015年持續發現新的斑腿樹蛙入侵點，且點與點也逐漸形成一塊面積廣泛的區域，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；彰化田尾除了往東接至南投，若持續往北與臺中相連，如此廣大的分布面積也會是之後相當棘手的課題。因此建議未來的監測方向可著重在這些區域內，斑腿樹蛙的棲地連結性，若能找出關鍵棲地並破壞周圍關連族群的交流，應可有助於抑制斑腿樹蛙的擴散。

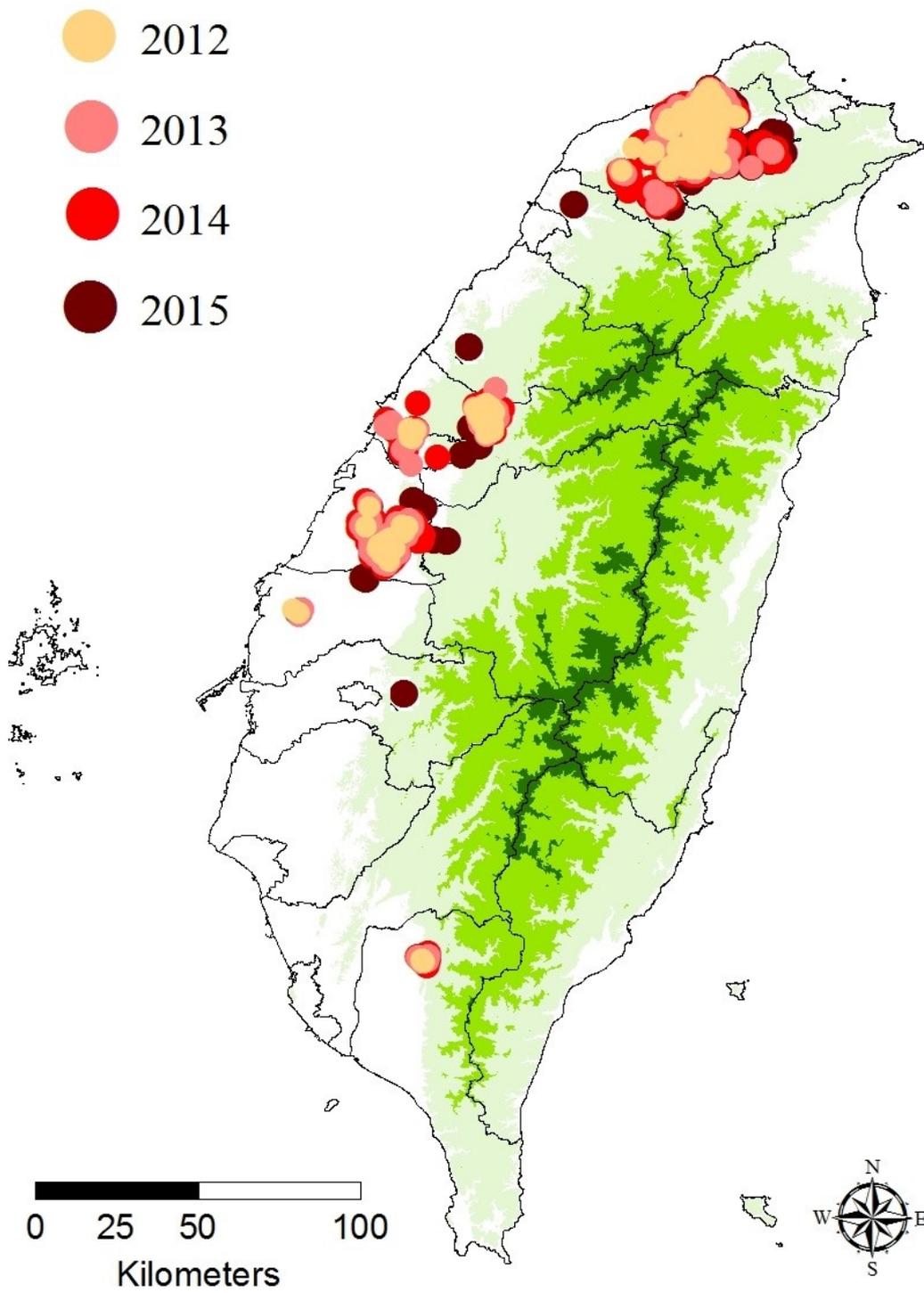


圖 8、自 2012 年到 2015 年的斑腿樹蛙分布圖

4. 方格系統調查

在 86 個監測樣點中，有 78 個發現斑腿樹蛙。未發現斑腿樹蛙的樣點僅有 9 個，多集中在屏東縣(表 3)。由此可知斑腿樹蛙不但分布廣泛，族群也維持穩定。86 個樣區共紀錄 3,209 筆、25 種蛙類、8,189 隻次，其中最多隻次的物種為黑眶蟾蜍(1523)、斑腿樹蛙(1238)與澤蛙(1043)，這些也是平地至海拔 600m 分布最普遍的蛙種(表 4)。

與布氏樹蛙共域的 41 個樣點中(表 2)，有斑腿樹蛙出現的達 40 個，仍有紀錄到布氏樹蛙的卻僅有 17 個，減少約 58.5%(24/41)，布氏樹蛙消失程度明顯。布氏樹蛙消失的樣點多位在中部地區(台中市新社、石岡，彰化縣八卦山等)，這些樣點位在森林邊緣，海拔分布也高於其他斑腿樹蛙分布點。

未再紀錄到布氏樹蛙的原因可能為調查時天候不適合，或是棲地改變影響，但可能性最高的還是受到斑腿樹蛙的排擠。斑腿樹蛙與布氏樹蛙皆屬於泛樹蛙屬，親緣關係接近。分布型態雖有所不同，但在森林邊緣仍有部分重疊。斑腿樹蛙繁殖季為春初至秋末，也與布氏樹蛙繁殖季重疊；兩者利用的繁殖水域同樣皆為永久性靜止水域，布氏樹蛙與斑腿樹蛙的生態棲位明顯重疊，一旦共域很有可能發生競爭排擠。另外在台中西屯區的台中都會公園、新北市鶯歌鎮碧龍宮過去也有布氏樹蛙分布，但在 2010 年前遭到斑腿樹蛙入侵後，持續數年的調查皆未再發現布氏樹蛙，顯示布氏樹蛙的消失很可能並非受到天候或棲地影響，而是被斑腿樹蛙排擠。建議未來與志工團隊合作，針對這些布氏樹蛙消失的樣點持續監測及控制，避免斑腿樹蛙持續擴散，影響周圍的布氏樹蛙關聯族群。

連續兩年有斑腿樹蛙的 36 個樣點中有 30 個樣點紀錄到斑腿樹蛙、僅進行一年調查的 9 個樣點中只有 1 個樣點未紀錄斑腿樹蛙(表 3)。由此可知斑腿樹蛙分布廣泛，多數地區的族群也維持穩定。今年度未再紀錄到斑腿樹蛙的樣點多落在屏東縣高樹鄉大路觀遊樂區內，但區外仍有斑腿樹蛙的存在；遊樂區內從 2012 年以來每年移除斑腿樹蛙，此結果是否和移除有關，有待持續觀察。

表 2、2015 年 3-10 月斑腿樹蛙監測點調查結果

樣點類型	縣市	樣點名稱	調查團隊	2015 年 3-10 月	
				布氏樹蛙	斑腿樹蛙
斑腿布氏共域	台北市	明德宮杏花林	台北小雨蛙	0	0
	台北市	明興里生態區	明興社區	1	1
	台北市	草湳	關渡蛙蛙小組	1	1
	台北市	富陽公園	富陽	1	1
	台北市	樟樹步道水田	台北小雨蛙	1	1
	台北市	貓空茶園	台北小雨蛙	0	1
	台北市	台北市立動物園	動物園卻斑行動	1	1
	新北市	土城青雲路	關渡蛙蛙小組	1	1
	新北市	土城彈藥庫	台北快樂蛙	1	1
	新北市	山中湖 B	兩棲類保育研究室	1	1
	新北市	介壽路一段 238 巷	兩棲類保育研究室	1	1
	新北市	碧龍宮	台北牡丹心	0	1
	新北市	觀音山田埔巷 4	兩棲類保育研究室	0	1
	新北市	中和 11 工廠菜園	瑞穗生態教育館	1	1
	桃園市	和美山	台北快樂蛙	0	1
	桃園市	石門路	兩棲類保育研究室	0	1
	桃園市	石門路 2	兩棲類保育研究室	0	1
	桃園市	承天路	兩棲類保育研究室	0	1
	台中市	七分荒塘	TNRS	1	1
	台中市	新社石岡 1	TNRS	0	1
	台中市	新社石岡 16	TNRS	0	1
	台中市	新社石岡 17	TNRS	1	1
	台中市	新社石岡 18	TNRS	0	1
	台中市	新社石岡 22	台中烏榕頭	0	1
	台中市	新社石岡 2-3	TNRS	1	1
	台中市	新社石岡 25	兩棲類保育研究室	0	1
	台中市	新社石岡 26-2	TNRS	0	1
	台中市	新社石岡 3	TNRS	1	1
	台中市	新社石岡 32-2	MusicFrog	0	1
	台中市	新社紅 3A	TNRS	0	1
	台中市	七分荒塘	MusicFrog	1	1
	台中市	香菇之家	MusicFrog	0	1
	台中市	新社國小	台中烏榕頭	0	1
	台中市	興中中和街口	MusicFrog	1	1
	台中市	中都 4A	中都美白去斑	0	1

表 2、2015 年 3-10 月斑腿樹蛙監測點調查結果(續)

樣點類型	縣市	樣點名稱	調查團隊	2015 年 3-10 月	
				布氏樹蛙	斑腿樹蛙
斑腿布氏共域	台中市	中都 8A 牛頂頭	中都美白去斑	0	1
	台中市	中都 8E 甘露寺	中都美白去斑	1	1
	彰化縣	八卦山 1	陳建志	0	1
	彰化縣	八卦山 2	陳建志	0	1
	彰化縣	八卦山 4	陳建志	0	1
	彰化縣	八卦山 5	陳建志	0	1
連續兩年有斑腿	新北市	蘆堤幸福菜園	台北快樂蛙	0	1
	新北市	關渡自然公園	關渡蛙蛙小組	0	1
	新北市	紅中湖路	兩棲類保育研究室	0	1
	新北市	泉州路	兩棲類保育研究室	0	1
	新北市	瓊林有機農場	台北快樂蛙	0	1
	新北市	福林路 2 嘉寶國小	兩棲類保育研究室	0	1
	新北市	北七七鄉道	兩棲類保育研究室	0	1
	新北市	外寮路-水池 2	台北牡丹心	0	1
	新北市	挖仔尾	兩棲類保育研究室	0	1
	新北市	鄉民農園	心德愛蛙	0	1
	新北市	關公嶺北天宮	心德愛蛙	0	1
	桃園市	尖山路	心德愛蛙	0	1
	桃園市	桃三 7	心德愛蛙	0	1
	台中市	梧棲林宅	林正雄	0	1
	彰化縣	民生路蕙洋園	彰化鳥會	0	1
	彰化縣	員林紅 10A	彰化鳥會	0	1
	彰化縣	員林紅 1B	彰化鳥會	0	1
	桃園市	桃園溼地復旦路 5.1	林杰	0	1
	桃園市	桃一 9	林杰	0	1
	桃園市	桃二 8	桃園龜山福源	0	1
	彰化縣	溪湖 4B	彰化蛙蛙蛙	0	1
	彰化縣	彰 27B	彰化鳥會	0	1
	彰化縣	彰 36A	彰化鳥會	0	1
	彰化縣	彰 42A	彰化鳥會	0	1
	彰化縣	稻香生態農園	彰化蛙蛙蛙	0	1
	彰化縣	溪湖鎮肉品市場	彰化蛙蛙蛙	0	1
彰化縣	前溪底	黃大哥	0	0	

表 2、2015 年 3-10 月斑腿樹蛙監測點調查結果(續)

樣點類型	縣市	樣點名稱	調查團隊	2015 年 3-10 月	
				布氏樹蛙	斑腿樹蛙
連續兩年 有斑腿	雲林縣	新厝公園	陳調仁	0	1
	屏東縣	口社	屏東縣野鳥學會	1	0
	屏東縣	大路觀外圍 11	屏東縣野鳥學會	0	1
	屏東縣	大路觀外圍 06	屏東縣野鳥學會	1	0
	屏東縣	大路觀外圍 01	屏東縣野鳥學會	0	1
	屏東縣	大路觀外圍 07	屏東縣野鳥學會	1	1
	屏東縣	大路觀 A 池	屏東縣野鳥學會	0	0
	屏東縣	大路觀 B 池	屏東縣野鳥學會	0	0
只進行一年調查	屏東縣	賽嘉巷水溝	屏東縣野鳥學會	0	0
	桃園市	外社	兩棲類保育研究室	0	1
	桃園市	忠孝路	兩棲類保育研究室	0	0
	桃園市	桃 42	桃園龜山福源	0	1
	桃園市	桃中壢 17	桃園龜山福源	0	1
	桃園市	茄苳路	桃園龜山福源	0	1
	桃園市	五青路 2	桃園龜山福源	0	1
	桃園市	好時節農場	兩棲類保育研究室	0	1
	桃園市	石園路	兩棲類保育研究室	0	1
新北市	中和 15 工廠菜園	瑞穗生態教育館	0	1	

*註:數字 1 代表 2015 年 3-10 月有發現，數字 0 則為無發現

表 3、各蛙種發現隻次

蛙種	發現隻次
黑眶蟾蜍	1523
斑腿樹蛙	1238
澤蛙	1043
拉都希氏赤蛙	637
小雨蛙	594
面天樹蛙	548
腹斑蛙	410
貢德氏赤蛙	355
中國樹蟾	284
斯文豪氏赤蛙	254
日本樹蛙	214
布氏樹蛙	190
褐樹蛙	126
金線蛙	99
翡翠樹蛙	87
臺北樹蛙	93
艾氏樹蛙	66
黑蒙西氏小雨蛙	48
長腳赤蛙	43
虎皮蛙	26
美洲牛蛙	5
梭德氏赤蛙	2
莫氏樹蛙	1
總計	8189

(二) 斑腿樹蛙棲地網路模式建立

斑腿樹蛙在觀音山與周遭地區的網路分析結果如圖 9。將各節點重要性數值 (dIIC) 依序分為三等份: 0-1、1-2.6、>2.6。結果顯示重要性較高的節點位在觀音山東北側(八里、五股)，其次是南側的樹林、南龜山和鶯歌。西側與北側的節點分布較為零散，重要程度也較低。因此我們建議在管理觀音山與周遭地區斑腿樹蛙族群時，優先投注資源於上述高重要性地點，進行族群量監控乃至個體移除，以降低觀音山區域各族群間的播遷交流情形。

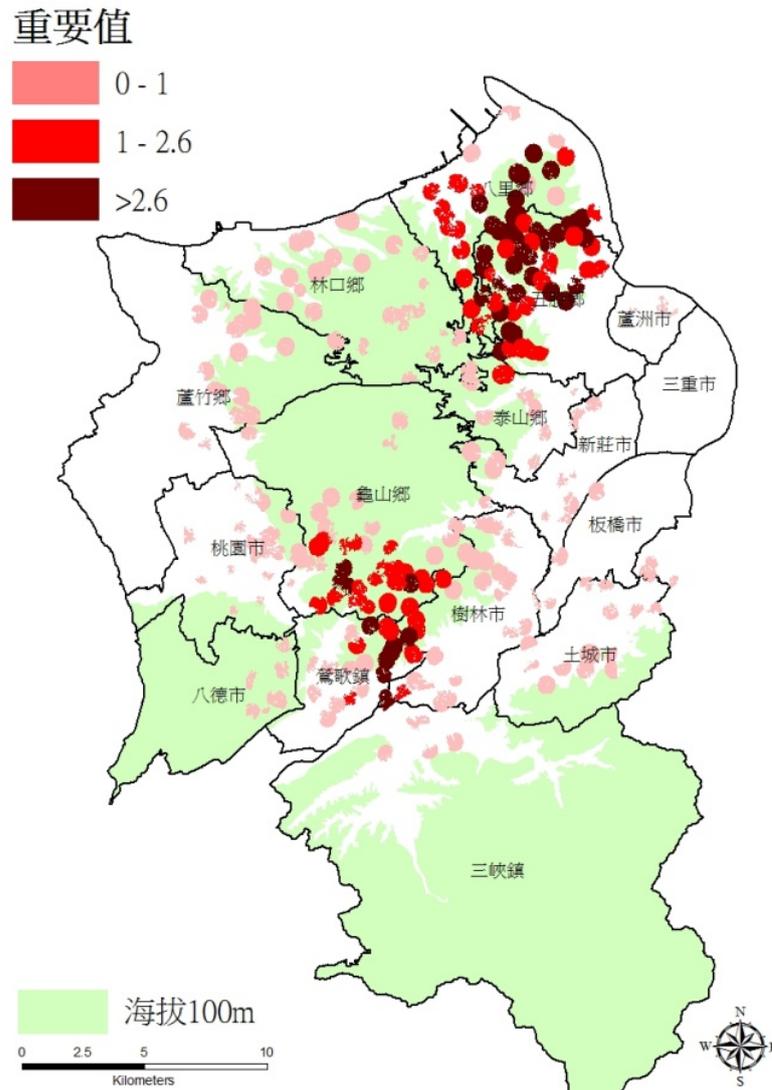


圖 9、觀音山與周遭地區各節點重要值分布圖

本研究的先期分析暫使用民國 84 年國土測繪中心所繪製的土地利用圖，近期部分地區的土地利用型態應該已改變，以至於結果可能產生誤差，後續將更新土地利用圖層後再次分析。此外，本次分析所使用之土地類型阻礙值的決定方式為專家意見(expert opinion)，雖能大致反應各種土地地景類型對於斑腿樹蛙的阻礙程度，但仍有待進一步使用實際斑腿樹蛙普查資料(例如進行棲地適宜度分析去計算各種土地類型的使用機率)，以估算更正確的阻礙值(Beier, Majka, & Spencer, 2008)。不過相較於棲地適宜度分析等資料分析所得的阻礙值，專家意見制定之阻礙值通常會使得 least-cost modeling 結果偏向保守、計算出較寬鬆的棲地使用狀況 (i.e. 目標物種能較容易使用更多棲地種類、擁有較大 annual home

range 及遠距離播遷潛力) (Stevenson-Holt, Watts, Bellamy, Nevin, & Ramsey, 2014)。如此偏向保守的分析方式，其實相當適合用於入侵物種，以確保將所有可能受到入侵的棲地種類與地點納入分析(Stevenson-Holt et al., 2014)。因此我們建議以本次分析結果為主，後續再以棲地適宜度分析所得之阻礙值作為輔助對照，以確認本次分析所鎖定之高重要性棲地樣點，是否在兩套阻礙值的分析下都維持一致重要性。

本研究階段中僅考量各斑腿樹蛙族群之間的自然播遷行為，而尚未納入人類活動造成的個體播遷，例如伴隨木苗資財經濟活動的遠距離擴散。此問題在觀音山區域內部尚且無需太過顧慮（此區域內並無木苗資財之內部流通），但未來若進一步拓展分析之空間範圍至西台灣，即需要留意木苗資財主要輸出源頭（如彰化田尾）以及其主要流向，將這些地點之連通度加以向上校正，以反應這類現實中入侵種生物時常發生的非自然、人為協助播遷狀況(Urban et al., 2009)。

(三)共域蛙種組成比較

以下針對挖仔尾、碧龍宮、臺中都會公園與田尾的結果分別進行描述。

1. 新北市八里區挖仔尾自然保留區

自 2011 至 2015 年間，進行每月一次斑腿樹蛙族群監控活動時，同時進行蛙類相調查，總計調查到黑眶蟾蜍、中國樹蟾、小雨蛙、腹斑蛙、貢德氏赤蛙、拉都希氏赤蛙、長腳赤蛙、福建大頭蛙、澤蛙、褐樹蛙、虎皮蛙以及斑腿樹蛙共 12 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 10 可知斑腿樹蛙 2011 年至 2015 年皆為八里挖仔尾地區的優勢物種。2011 年的比率為 59.8%(67 /112)，2012 年則佔 62.9%(455 /723)、2013 年佔 37.9%(714 /1844)、2014 年佔 45.54%(746 /1638)，2015 年佔 53.88%(382/709)。上述結果顯示可能受到連續 5 年、每月 1 次的移除影響，自 2013 年開始斑腿樹蛙的比率多抑制在 60% 以下。與斑腿樹蛙同樣棲息在永久性靜止水域的貢德氏赤蛙和小雨蛙，同樣在 2013 年後開始比率逐年增加。建議未來持續監測控制，以了解斑腿樹蛙對原生蛙類族群的影響。

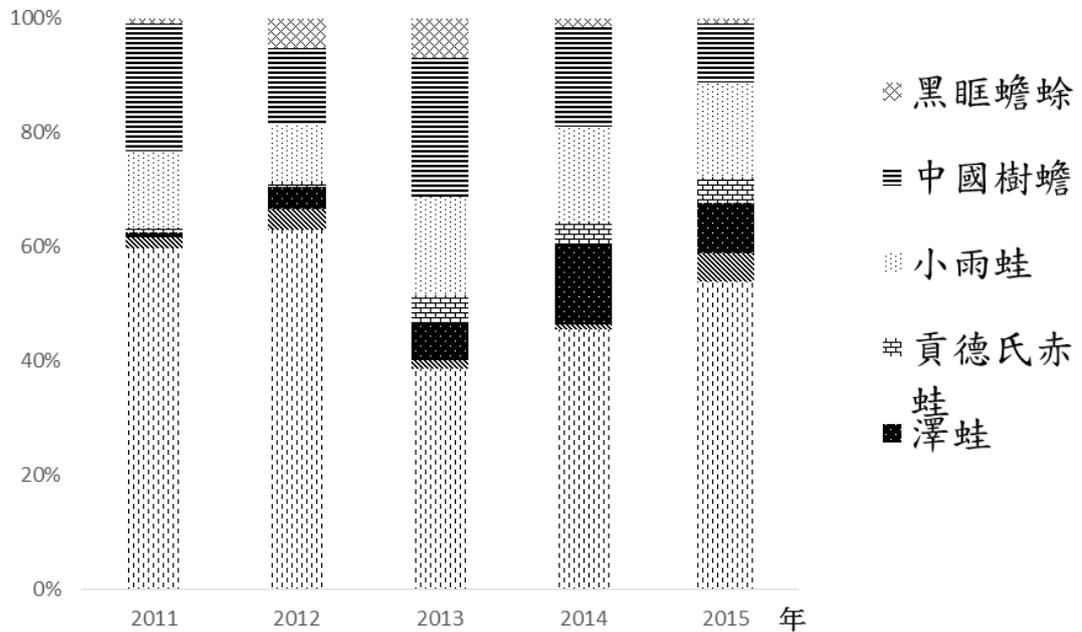


圖 10、2011-2015 年八里挖仔尾地區與斑腿樹蛙共域蛙種比率圖

2. 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時，同時進行蛙類相調查，總計調查到盤古蟾蜍、黑眶蟾蜍、小雨蛙、貢德氏赤蛙、美洲牛蛙、拉都希氏赤蛙、長腳赤蛙、澤蛙、福建大頭蛙、虎皮蛙、褐樹蛙、日本樹蛙、臺北樹蛙以及斑腿樹蛙共 14 種蛙類，2011 年至 2015 年碧龍宮的優勢物種為拉都希氏赤蛙(圖 11)；鶯歌碧龍宮位於平地與山區交界，因此蛙種組成多樣。2011 年開始在碧龍宮對斑腿樹蛙進行連續 5 年每個月 1 次的移除控制，發現斑腿樹蛙佔共域蛙種的比率多控制在 21% 以下，最低是 2014 年 7.45(24/322)，最高是 2011 年佔 20.68%(55/266)，其他三年的比率約 14%-16%[2012 年 14.51%(101/696)；2013 年 14.37%(124/863)；2015 年 15.65%(53/317)]。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，未來或許可以做為斑腿樹蛙是否擴散進森林、對高蛙類多樣性生態系影響的指標。

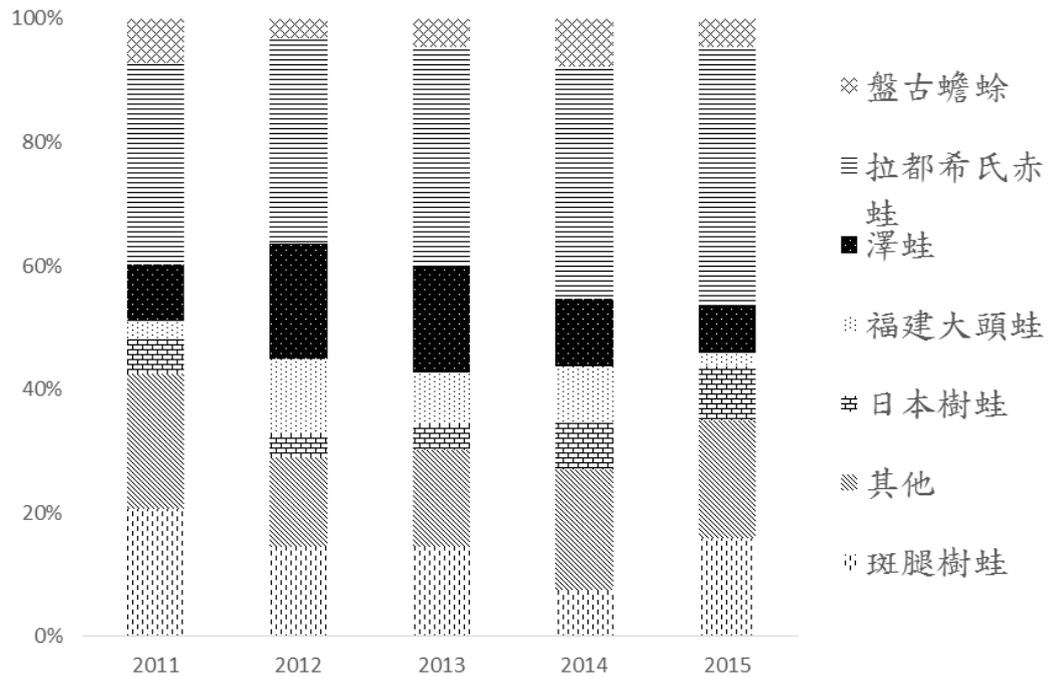


圖 9、2011-2015 年鶯歌碧龍宮與斑腿樹蛙共域之蛙種比率圖

3. 臺中都會公園

自 2012 至 2015 年間，進行每月一次斑腿樹蛙族群監控活動時，同時進行蛙類相調查，總計調查到黑眶蟾蜍、中國樹蟾、小雨蛙、貢德氏赤蛙、拉都希氏赤蛙、澤蛙、布氏樹蛙以及斑腿樹蛙共 8 種蛙類，從圖 12 可得知斑腿樹蛙從 2012 年至 2015 年皆為臺中都會公園的優勢物種。2012 年至今針對斑腿樹蛙進行連續 4 年每月 1 次的移除，發現斑腿樹蛙佔共域蛙種的比率，在開始控制的 2012 年比率高達 74.77% (163/218)，2013 年以後皆控制在 50%-60% 之間[2013 年佔 51.76% (396/765)；2014 年佔 57.85%(538/930)；2015 年佔 57.75%(231/400)]。進一步分析原生蛙種的比率，中國樹蟾與小雨蛙逐年上升，黑眶蟾蜍與貢德氏赤蛙比率逐年下降，影響的原因值得後續進一步監測。

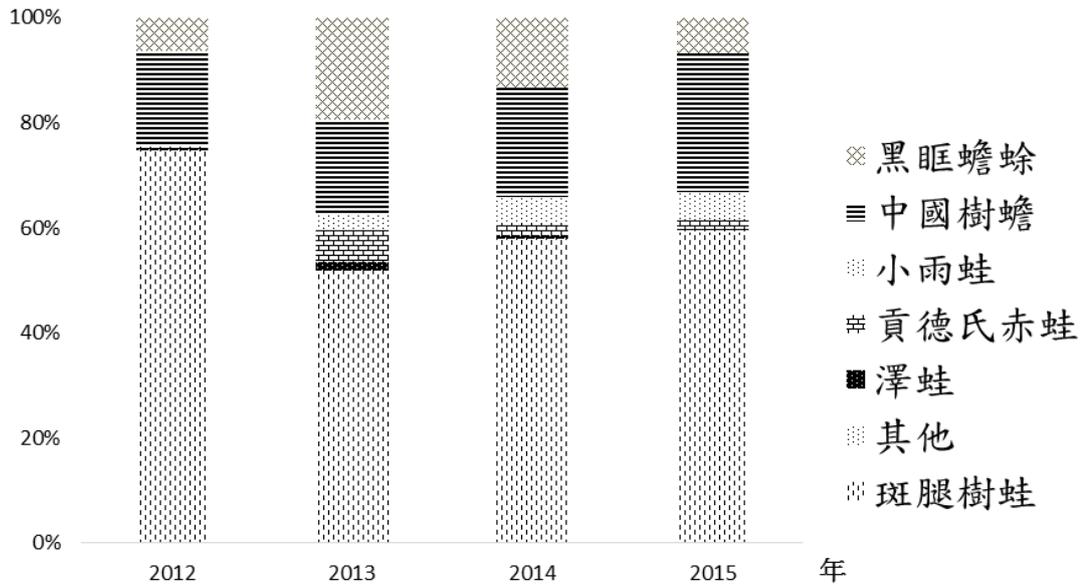


圖 12、2012-2015 年臺中都會公園與斑腿樹蛙共域之蛙種比率圖

4. 彰化縣田尾鄉田尾國小和蕙洋園

自 2012 至 2015 年間，進行每月一次斑腿樹蛙族群監控活動時，同時進行蛙類相調查，總計調查到小雨蛙、澤蛙、黑眶蟾蜍、斑腿樹蛙、貢德氏樹蛙共 5 種蛙類。從圖 13 結果可得知斑腿樹蛙在 2012 年至 2015 年，在田尾國小和蕙洋園皆為優勢物種；2012 年至 2014 年佔共域蛙種的比率約在 65% 左右(2012 年:94/144；2013 年:360/546；2014 年:289/442)，直到 2015 年比率上升到 73%(207/283)。其他物種除了黑眶蟾蜍比較穩定之外，小雨蛙只有在 2013 年記錄到(14/546)；澤蛙所占的比率在 2012 年至 2014 年有逐漸成長趨勢(2012 年:7/144；2013 年:51/546；2014 年:73/442)，直到 2015 年減少許多(20/283)。貢德氏赤蛙在 2012 年至 2014 年則呈現遞減趨勢(2012 年:26/144；2013 年:54/546；2014 年:18/442)。田尾地區的蛙種組成單調，人為活動頻繁。這些人為活動除了影響蛙類族群變化外，也很可能會導致斑腿樹蛙擴散，例如園藝植物的進出貨等。建議未來對田尾地區的園藝業者加強宣導，在植栽進出貨時多加檢查，避免意外夾帶斑腿樹蛙造成擴散。

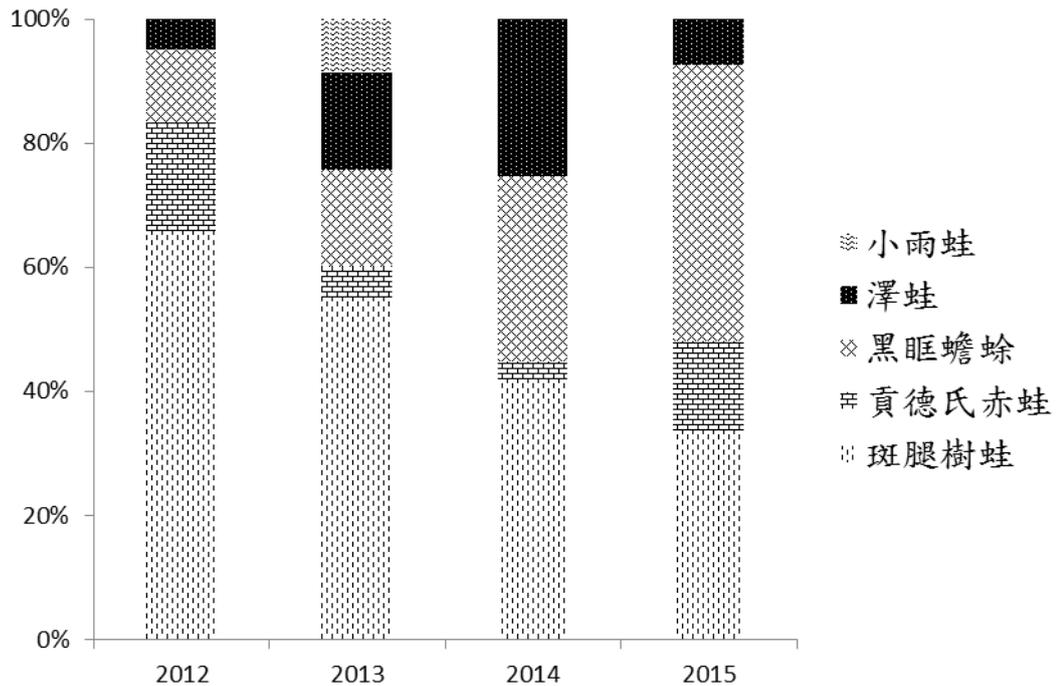


圖 13、2012-2015 年田尾國小和蕙洋園與斑腿樹蛙共域之蛙種比率圖

(四)斑腿樹蛙的控制成效

2015 年於新北市八里區挖仔尾自然保留區、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，總計實際參與人數共 1040 人，移除數量共 1006 隻次。以下分別描述。

1. 新北市八里區挖仔尾自然保留區

2015 年參與人次共 333 人次，實際移除 344 隻(表 4)。移除數量較低為繁殖季的 1、4、7 月，原因是受到 1 月、4 月的氣候條件影響。1 月的氣溫偏低(14.6°C)、濕度乾燥(65%)，4 月的氣溫也偏低(16.7°C)，皆不適合蛙類活動。7 月的移除活動因遇颱風而臨時取消，當天由 4 位志工自發性到現場進行移除，快速巡視一圈即結束移除，因此努力量偏低。在 11-12 月份時因斑腿樹蛙在非繁殖期偏好利用樹木環境，所以容易捕抓。移除數量及參與人數雖無明顯相關(圖 14)，3 月 14 日的移除活動與江翠國中舉辦的服務學習搭配，志工與江翠國中師生共 101 人合作移除 63 隻斑腿樹蛙，並獲得媒體報導達到宣傳成效(附錄四)。未來建議可以

於斑腿樹蛙的非繁殖季招募志工或增加移除頻度，以降低斑腿樹蛙族群量。

表 4、2015 年新北市八里區挖仔尾自然保留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
1 月 10 日	5	19
2 月 14 日	13	31
3 月 14 日	63	101
4 月 11 日	7	28
5 月 9 日	80	22
6 月 13 日	31	20
7 月 11 日	4	4
8 月 15 日	16	9
9 月 12 日	10	26
10 月 17 日	34	27
11 月 14 日	56	22
12 月 12 日	20	24
總和	344	333

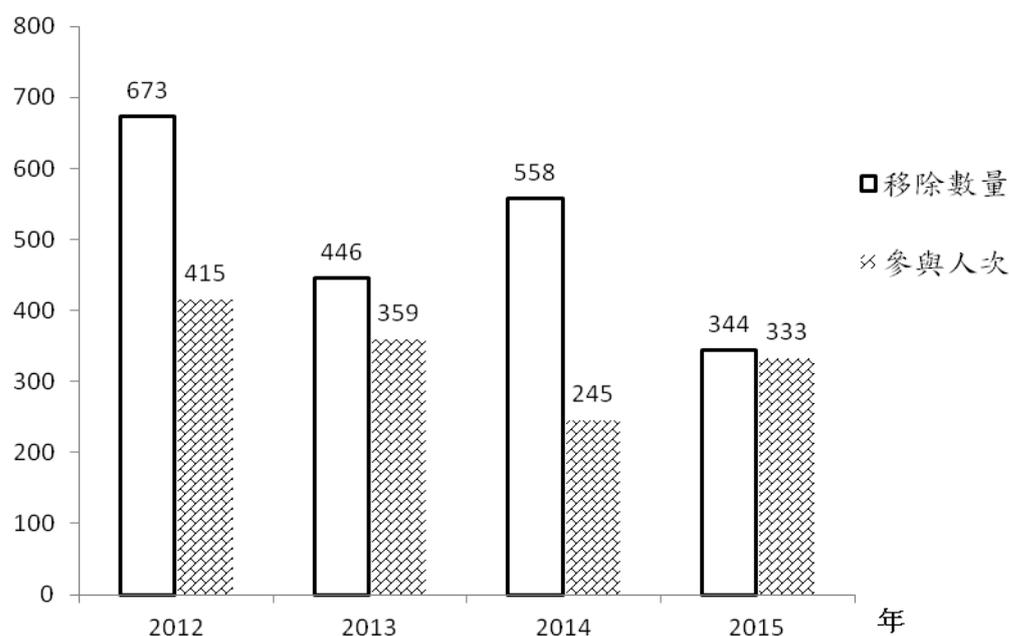


圖 14、挖仔尾自然保留區 2012-2015 年間斑腿樹蛙移除總數與參與人數

2. 新北市鶯歌區碧龍宮

2015 年參與人次共 58 人次，實際移除 60 隻。移除數量不論是繁殖季或非繁殖季，各個月份移除數量都少於 15 隻(表 5)；2012-2015 年間斑腿樹蛙移除數

量與參與人數如圖 15，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。控制進入第三年時(2014 年)時捕獲量明顯下降，但到了隔年(2015 年)時捕獲量又些微略升，推測原因可能為把族群量壓低至一定程度後，捕捉會越來越困難，不易有明顯控制成效。建議未來持續進行監測控制，避免族群量持續回升。

表 5、2015 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 月 21 日	0	7
2 月 11 日	1	4
3 月 25 日	0	3
4 月 22 日	11	8
5 月 20 日	13	4
6 月 24 日	9	4
7 月 22 日	7	4
8 月 19 日	2	4
9 月 23 日	10	5
10 月 22 日	1	6
11 月 25 日	2	6
12 月 23 日	2	5
總和	58	60

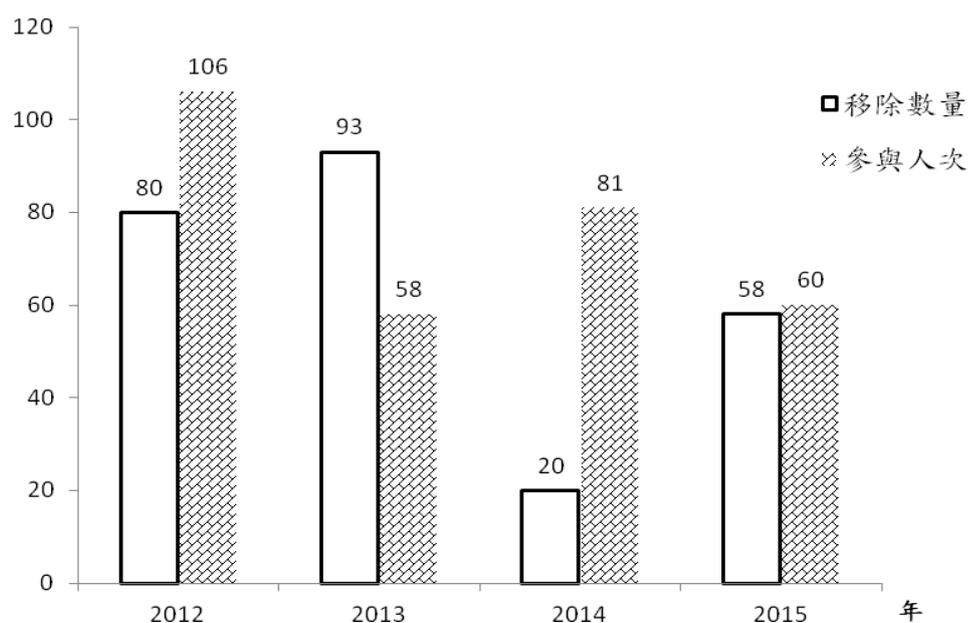


圖 15、碧龍宮 2012-2015 年間斑腿樹蛙移除總數與參與人數

3.台中市西屯區台中都會公園

2015 年參與人次 500 人次，實際移除 397 隻(表 6)。1、2 月移除數量較低，推測與環境因子(1 月的氣溫為 14°C，2 月的溼度為 45%)有關，使得斑腿樹蛙的目擊隻次偏低(1 月:13 隻次；2 月份:10 隻次)。在繁殖季 5、7 月移除量較低，但繁殖季 9 月與非繁殖季 3-4 月、8-11 月，移除數量則明顯高於其他月份；2012-2015 年間移除斑腿樹蛙與參與人數如圖 16，移除數量逐年增加，推測台中都會公園的斑腿樹蛙族群量大，目前的移除尚看不出影響。

斑腿樹蛙在繁殖季前後時會從水域遷移至裸露地與樹木，較容易發現與捕捉，這段時間捕獲隻數較多，因此若能在這個時期增加人力或移除頻度可增加捕獲成效。台中都會公園定期會舉辦外來種宣導並結合控制活動，建議未來持續合作，除了能夠加強一般民眾對外來種認知、協助監測外，也能參與移除，增加控制成效。

表 6、2015 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
1 月 24 日	13	43
2 月 28 日	7	54
3 月 28 日	47	68
4 月 25 日	77	67
5 月 23 日	15	24
7 月 25 日	23	36
8 月 22 日	32	45
9 月 28 日	38	33
10 月 24 日	87	34
11 月 21 日	33	65
12 月 26 日	25	31
總和	397	500

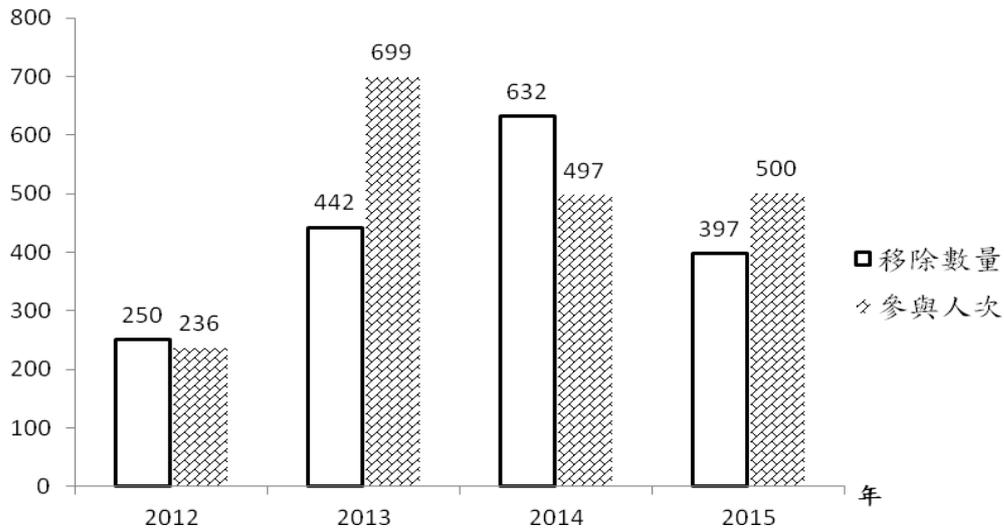


圖 16、臺中都會公園 2012-2015 年間斑腿樹蛙移除總數與參與人數

4.彰化縣田尾鄉田尾國小、蕙洋園

2015 年參與人次共 147 人次，實際移除 207 隻(圖 17)，移除數量集中在 4-7 月，移除最少的月份為 8-9 月。田尾地區為台灣重要的園藝植物集散地，流通頻繁，過去有發現園藝行在苗木出貨時意外夾帶斑腿樹蛙卵泡，可能提供斑腿樹蛙向外擴散的機會，因此建議未來加強與當地業者合作，協助管理、監測與控制。

另外觀察發現樣區內棲地類型改變，許多喬木被移走或砍掉，斑腿樹蛙在非繁殖季會改用水管或其他非天然縫隙躲藏，在未來進行移除活動時可針對類似類型微棲地為搜尋重點。

表 7、2015 年彰化縣田尾鄉田尾國小、蕙洋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
1 月 24 日	13	10
2 月 28 日	15	8
3 月 28 日	14	14
4 月 25 日	33	28
5 月 23 日	20	8
6 月 20 日	23	4

表 7、2015 年彰化縣田尾鄉田尾國小、蕙洋園斑腿樹蛙移除數量與參與人數(續)

日期	移除數量(隻)	參與人次
7 月 25 日	30	20
8 月 29 日	4	4
9 月 19 日	2	10
10 月 24 日	17	5
11 月 28 日	20	13
12 月 12 日	16	18
總和	207	147

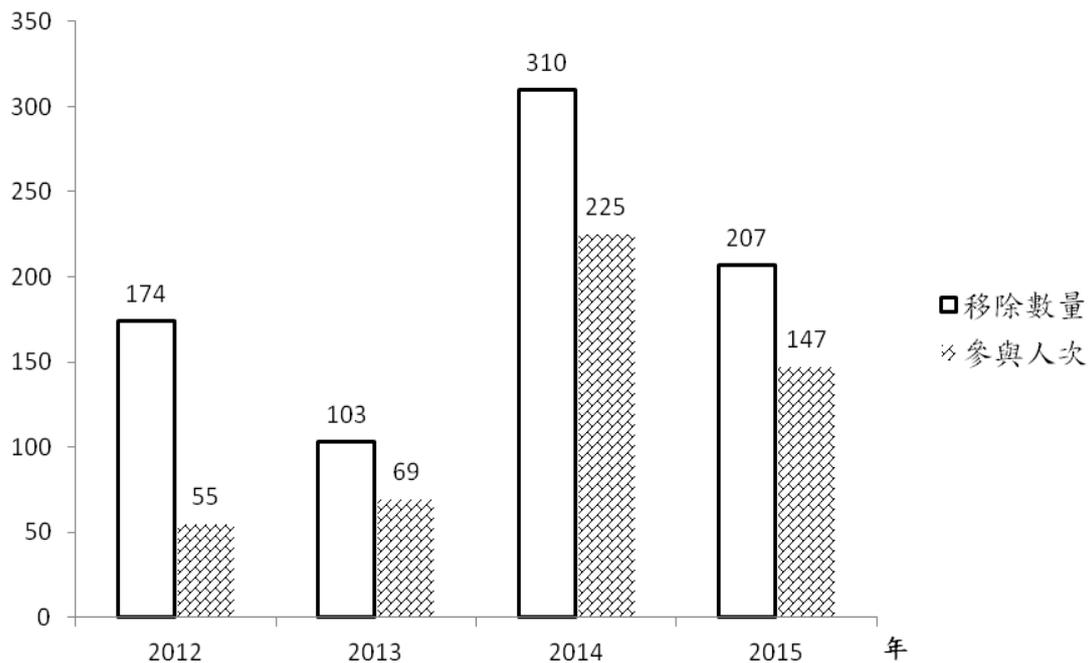


圖 17、田尾鄉田尾國小、蕙洋園 2012-2015 年間斑腿樹蛙移除總數與參與人數

(五) 分子技術與族群遺傳關係

1. 樣本數及樣點間地理距離

自 2012 到 2015 年間，採集了 7 個縣市的族群樣本，共計有 412 隻不同個體的組織(表 8)。2012 至 2014 年，每年皆有 5 個縣市的樣本，2015 則只有 3 個縣市的樣本。各樣點間的地理距離部分，樣點之間的最短距離為台北市和新北市的 16.69 km，最長距離是新北市和雲林縣之間的 198.15 km，所有族群間平均地理距離為 102.38 公里(表 9)。

2. PCR 成功率

針對 2012 年的 DNA 樣本中，品質及濃度較佳的 117 個體，進行微衛星基因座的 DNA 片段擴增與基因型定型。5 個微衛星基因座中，只有 2 個基因座 (Pb214 和 Pb327) 有較多個體成功完成的基因型判讀，另外 3 個基因座 (Pb168、Pb284、Pb293) 的成功樣本數偏少 (表 10)。因此，以下的所有的遺傳分析，皆只針對 Pb214 和 Pb327 這兩個基因座成功的 67 個個體樣本，分別為新北市 12 隻、桃園市 13 隻、台中市 6 隻、彰化縣 14 隻、雲林縣 22 隻樣本 (表 10)。

3. 基因座多樣性及哈溫平衡

在對偶基因數目方面，基因座 Pb214 對偶基因數目最多的為新北與彰化的 9 個，最低為台中的 4 個；基因座 Pb327 對偶基因數目最多的為新北的 9 個，最低也是台中的 4 個 (表 11)。各樣點族群的微衛星基因座的對偶基因數 (numbers of alleles)，有效的對偶基因數 (effective allele number)，以及特有的對偶基因數 (private alleles number) 結果列於表 11。

觀察和預期異結合度 (observed and expected heterozygosities) 的部份，桃園與雲林的族群在基因座 Pb214 上有顯著偏離哈溫平衡，而新北、與彰化的族群則在 Pb327 上有顯著偏離哈溫平衡 (表 11)。

4. Null allele 分析

由於有多個族群的基因座是偏離哈溫平衡的，因此必須檢測無效對偶基因的存在與否，並且進行校正。結果顯示基因座 Pb214 在所有族群內皆沒有檢測出有 null allele，但基因座 Pb327 在桃園與新北的族群檢測出有 null allele。因此，針對有 null allele 存在的族群，以 Brookfield 方法校正 Pb327 的基因型後，形成校正後的基因型去進行遺傳分化分析。

5. 遺傳結構分析

樣點間的族群遺傳分化指數 F_{ST} 值介於 0.-0.1962 之間，統計結果顯示，新北市的族群與其他縣市的族群間皆有顯著差異，桃園市與雲林縣的族群間也有顯著差異，其他族群間則無顯著差異(表 12)。分子變異分析結果顯示，樣本中有 63% 的分子變異來自於個體內，有 24% 自於個體間，有 13% 來自於族群間(表 13)。在遺傳距離與地理距離的相關性分析結果發現，樣點間的遺傳分化程度(F_{ST})與地理距離間有顯著的相關性 ($R^2 = 0.7056, p=0.0082$) (圖 18)。

表 8、2012 至 2015 年台灣各縣市的斑腿樹蛙及樣本數量

縣市/年代	2012	2013	2014	2015
臺北市			10	
新北市	25	24	27	25
桃園市	21	7	29	
台中市	25	29	26	
彰化縣	25	25	26	25
雲林縣	25	14		
南投縣				24

表 9、台灣各縣市斑腿樹蛙採樣族群的地理座標及兩兩族群間的地理直線距離(單位：公里)

地點	緯度(北緯)	經度(東經)	台北市	新北市	桃園市	台中市	彰化縣	雲林縣
台北市	25.01521	121.55734						
新北市	25.16793	121.41680	22.07					
桃園市	24.93981	121.30113	27.18	27.84				
台中市	24.20790	120.59845	132.00	134.79	107.88			
彰化縣	23.90696	120.52829	161.10	166.17	138.68	34.09		
雲林縣	23.72076	120.26802	194.08	198.15	170.95	63.58	33.60	
南投縣	23.90722	120.69222	150.85	157.77	129.98	34.64	16.69	47.91

表 10、2012 年 117 隻斑腿樹蛙樣本的微衛星基因座 PCR 擴增成功率資料

微衛星基因座	成功擴增樣本					擴增成功樣本(%)
	新北市(n=24)	桃園市 (n=21)	台中市 (n=24)	彰化縣 (n=24)	雲林縣(n=24)	
Pb168	2	5	1	2	13	23 (19.7%)
Pb214	13	15	11	17	24	80 (68.4%)
Pb284		5		1	13	19 (16.2%)
Pb293	7	12	3	2	22	46 (39.3%)
Pb327	12	13	11	17	22	75 (64.1%)
5 個基因座皆成功的樣本數	0	3	0	0	10	
Pb214 與 Pb327 成功的樣本數	12	13	6	14	22	

表 11、各樣點族群的微衛星基因座之對偶基因數目(Na)、有效對偶基因數(Ne)、特有對偶基因數(Pa)、異結合度觀察值(observed heterozygosity, Ho)和異結合度期望值(Unbiased, expected heterozygosities)及是否偏離哈溫平衡檢測的機率值(Hardy-Weinberg equilibrium P-value, HWE)

地點	樣本數	基因座 Pb214						基因座 Pb327					
		Na	Ne	Pa	H ₀	He	P _{HWE}	Na	Ne	Pa	H ₀	He	P _{HWE}
新北市	12	9.000	5.878	3	0.750	0.866	0.1746	9.000	5.647	6	0.417	0.859	0.0001**
桃園市	13	7.000	3.885	2	0.538	0.772	0.0114*	7.000	4.507	3	0.231	0.809	<0.0001** *
台中市	6	4.000	1.714		0.500	0.455	1.0000	4.000	3.130	1	0.667	0.742	1.0000
彰化縣	14	9.000	6.031		0.857	0.865	0.4353	6.000	2.227		0.357	0.571	0.0344*
雲林縣	22	5.000	2.338		0.545	0.586	0.0485*	3.000	2.166	3	0.364	0.551	0.1543

備註：HWE: P<0.05*, P<0.01**, P<0.0001***

表 12、所有樣點間的 pairwise F_{ST} 值及是否顯著偏離 0 的機率 P 值

Site	新北市	桃園市	台中市	彰化縣	雲林縣
新北市		0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*
桃園市	0.1102		0.0066	0.0016	0.0003*
台中市	0.1563	0.0626		0.3864	0.2895
彰化縣	0.1954	0.1313	0.0000		0.3965
雲林縣	0.1962	0.1408	0.0074	0.0000	

備註：表格中左下三角形為 F_{ST} 值，右上三角形為 P 值(P 值的計算為 9999 次排列組合推算，顯著水準 $\alpha = 0.05/10 = 0.0005$)。
粗體及星號代表 F_{ST} 值顯著偏離 0。

表 13、所有樣本的分子變異分析結果

差異來源	df	SS	MS	Est. Var.	%
族群間	4	15.286	3.822	0.110	13%
個體間	62	60.363	0.974	0.211	24%
個體內	67	37.000	0.552	0.552	63%
Total	133	112.649		0.873	100%

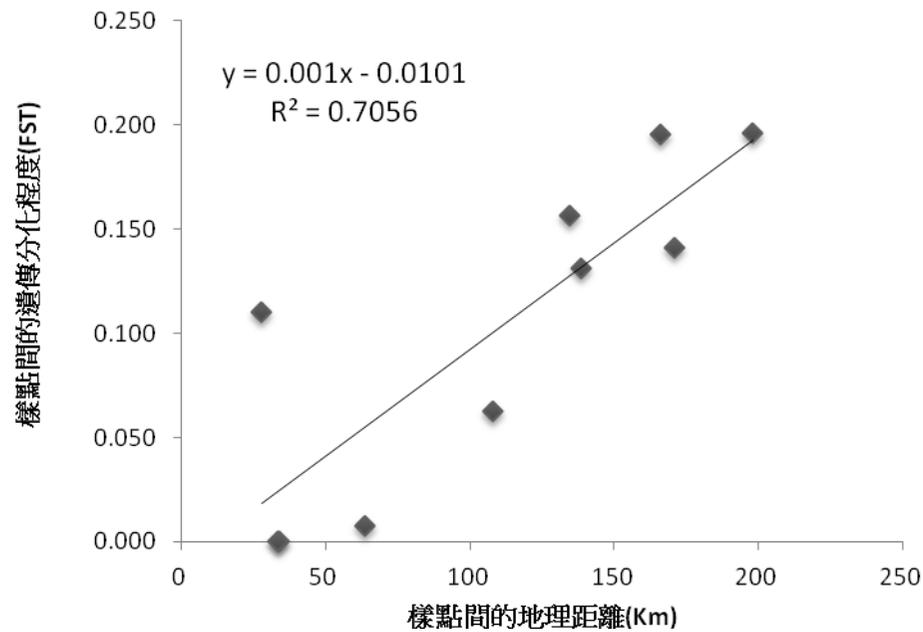


圖 18、所有樣本原始基因型的 pairwise F_{ST} 及地理距離的相關分析

四、 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11個縣市有分布，今年新增了新竹縣、嘉義縣的分布點，斑腿樹蛙仍分布廣泛，且在多數的分布點族群穩定。有進行移除活動的樣點如八里挖仔尾、鶯歌碧龍宮及臺中都會公園中，斑腿樹蛙的比率今年有回升的趨勢，建議持續監控或調整移除策略。共域蛙種研究結果顯示斑腿樹蛙對於入侵地的蛙類群聚結構造成影響。在許多斑腿樹蛙與布氏樹蛙的共域樣點中，有發現斑腿樹蛙但布氏樹蛙消失，推測布氏樹蛙可能受到斑腿樹蛙排擠所致，建議未來與志工團隊合作持續監測。網路分析結果顯示觀音山東側與南側是影響斑腿樹蛙擴散的重要棲地，可針對這些地區加強監控以破壞這些棲地的連結度。建議未來可將此模式拓展至彰化田尾、台中新社石岡等地，同樣找出重要棲地，以便能將資源做更有效率的發揮。

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(楊與龔 2014)，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。研究結果顯示新北市的斑腿樹蛙族群與其他縣市族群的遺傳結構明顯的不同，桃園與雲林的族群結構也明顯不同，這可能是由地理距離的隔離所帶來的結果，也可能是人為轉移族群的結果。然而，因為在族群遺傳分析上，目前只完成兩個基因座的資料，還不足以討論族群遺傳多樣性組成的高低，或播遷順序的議題。未來將持續完成其餘的基因座資料，並繼續進行2013-2015年樣本的實驗，期望在資料量增多後，能有更好的推論

五、 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。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、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。
- Adriaensen, F., Chardon, J. P., De Blust, G., Swinnen, E., Villalba, S., Gulinck, H., & Matthysen, E. (2003). The application of 'least-cost' modelling as a functional landscape model. *Landscape and Urban Planning*, 64(4), 233-247.
doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0169-2046\(02\)00242-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0169-2046(02)00242-6)
- Allendorf, F. W., & Lundquist, L. L. (2003). Introduction: population biology, evolution, and control of invasive species. *Conservation Biology*, 17(1), 24-30.
- Bai, C., Ke, Z., Consuegra, S., Liu, X., & Li, Y. (2012). The role of founder effects on the genetic structure of the invasive bullfrog (*Lithobates catesbeianus*) in China. *Biological Invasions*, 14(9), 1785-1796. doi: 10.1007/s10530-012-0189-x
- Beier, P., Majka, D. R., & Spencer, W. D. (2008). Forks in the Road: Choices in Procedures for Designing Wildland Linkages
- Brookfield, J. 1996. A simple new method for estimating null allele frequency from heterozygote deficiency. *Molecular Ecology* 5:453-455.

- Decout, S., Manel, S., Miaud, C., & Luque, S. (2012). Integrative approach for landscape-based graph connectivity analysis: a case study with the common frog (*Rana temporaria*) in human-dominated landscapes. *Landscape Ecology*, 27(2), 267-279. doi:10.1007/s10980-011-9694-z
- Ficetola, G.F., Bonin, A., & Miaud, C. (2008). Population genetics reveals origin and number of founders in a biological invasion. *Molecular Ecology*, 17(3), 773-782. doi: 10.1111/j.1365-294X.2007.03622.x
- Franc, A. (2004). Metapopulation dynamics as a contact process on a graph. *Ecological Complexity*, 1(1), 49-63. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ecocom.2003.10.002
- Freeland JR. 2005. *Molecular Ecology*. John Wiley & Sons, Ltd
- Goldstein DB, Schlötterer C. 1999. *Microsatellites: Evolution and Applications* Oxford University Press, Oxford ; New York
- Janin, A., Léna, J.-P., Ray, N., Delacourt, C., Allemand, P., & Joly, P. (2009). Assessing landscape connectivity with calibrated cost-distance modelling: predicting common toad distribution in a context of spreading agriculture. *Journal of Applied Ecology*, 46(4), 833-841. doi:10.1111/j.1365-2664.2009.01665.x
- Kolbe JJ, Glor RE, Schettino LR, Lara AC, Larson A, Losos JB. 2004. Genetic variation increases during biological invasion by a Cuban lizard. *Nature* 431:177-181
- Kolbe JJ, Larson A, Losos JB, de Queiroz K. 2008. Admixture determines genetic diversity and population differentiation in the biological invasion of a lizard species. *Biology Letters* 4:434-437

- McRae, B. H., Dickson, B. G., Keitt, T. H., & Shah, V. B. (2008). USING CIRCUIT THEORY TO MODEL CONNECTIVITY IN ECOLOGY, EVOLUTION, AND CONSERVATION. *Ecology*, 89(10), 2712-2724.
doi:10.1890/07-1861.1
- Meirmans, P. G. and P. W. Hedrick. 2011. Assessing population structure: FST and related measures. *Molecular Ecology Resources* 11:5-18.
- Minor, E. S., & Urban, D. L. (2008). A Graph-Theory Framework for Evaluating Landscape Connectivity and Conservation Planning
- Newman, M. E. J. (2002). Spread of epidemic disease on networks. *Physical Review E*, 66(1), 016128. Retrieved from
<http://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevE.66.016128>
- Nieminen M, Singer MC, Fortelius W, Schöps K, Hanski I. 2001. Experimental confirmation that inbreeding depression increases extinction risk in butterfly populations. *The American Naturalist* 157:237-244
- Pascual-Hortal, L., & Saura, S. (2008). Integrating landscape connectivity in broad-scale forest planning through a new graph-based habitat availability methodology: application to capercaillie (*Tetrao urogallus*) in Catalonia (NE Spain). *European Journal of Forest Research*, 127(1), 23-31.
doi:10.1007/s10342-006-0165-z
- 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. *Molecular Ecology*, 18(17), 3603-3615. doi:
10.1111/j.1365-294X.2009.04308.x
- Peakall, R. and P. E. Smouse. 2012. GenAlEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research—an update. *Bioinformatics* 28:2537-2539.

- Quinn TP, Unwin MJ, Kinnison MT. 2000. Evolution of temporal isolation in the wild: genetic divergence in timing of migration and breeding by introduced chinook salmon populations. *Evolution* 54:1372-1385
- Rayfield, B., Fortin, M.-J., & Fall, A. (2010). The sensitivity of least-cost habitat graphs to relative cost surface values. *Landscape Ecology*, 25(4), 519-532.
doi:10.1007/s10980-009-9436-7
- Raymond, M. and F. Rousset. 1995. GENEPOP (version 1.2): population genetics software for exact tests and ecumenicism. *Journal of Heredity* 86:248-249
- Saura, S., & Torné, J. (2009). Conefor Sensinode 2.2: A software package for quantifying the importance of habitat patches for landscape connectivity. *Environmental Modelling & Software*, 24(1), 135-139.
doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.envsoft.2008.05.005
- Sawyer, S. C., Epps, C. W., & Brashares, J. S. (2011). Placing linkages among fragmented habitats: do least-cost models reflect how animals use landscapes? *Journal of Applied Ecology*, 48(3), 668-678.
doi:10.1111/j.1365-2664.2011.01970.x
- Sakai AK, Allendorf FW, Holt JS, Lodge DM, Molofsky J, With KA, Baughman S, Cabin RJ, Cohen JE, Ellstrand NC. 2001. The population biology of invasive specie. *Annual Review of Ecology and Systematics*:305-332
- Stevenson-Holt, C. D., Watts, K., Bellamy, C. C., Nevin, O. T., & Ramsey, A. D. (2014). Defining Landscape Resistance Values in Least-Cost Connectivity Models for the Invasive Grey Squirrel: A Comparison of Approaches Using Expert-Opinion and Habitat Suitability Modelling. *PLoS ONE*, 9(11), e112119.
doi:10.1371/journal.pone.0112119

- Team, G. D. (2015). Geographic Resources Analysis Support System (GRASS 7) Programmer's Manual. Open Source Geospatial Foundation Project. Retrieved from <http://grass.osgeo.org/programming7/>
- Team, Q. D. (2015). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. Retrieved from <http://qgis.osgeo.org>
- Tsutsui ND, Suarez AV, Holway DA, Case TJ. 2000. Reduced genetic variation and the success of an invasive species. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 97:5948-5953
- Urban, D., & Keitt, T. (2001). LANDSCAPE CONNECTIVITY: A GRAPH-THEORETIC PERSPECTIVE. *Ecology*, 82(5), 1205-1218.
doi:10.1890/0012-9658(2001)082[1205:LCAGTP]2.0.CO;2
- Urban, D. L., Minor, E. S., Treml, E. A., & Schick, R. S. (2009). Graph models of habitat mosaics. *Ecology Letters*, 12(3), 260-273.
doi:10.1111/j.1461-0248.2008.01271.x
- Van Oosterhout, C., W. F. Hutchinson, D. P. Wills, and P. Shipley. 2004. Micro-checker: software for identifying and correcting genotyping errors in microsatellite data. *Molecular Ecology Notes* 4:535-538.
- Zeller, K., McGarigal, K., & Whiteley, A. (2012). Estimating landscape resistance to movement: a review. *Landscape Ecology*, 27(6), 777-797.
doi:10.1007/s10980-012-9737-0
- Zeisset, I., & Beebee, T. J. C. (2003). Population genetics of a successful invader: the marsh frog *Rana ridibunda* in Britain. *Molecular Ecology*, 12, 639-646.

附錄一、2015 年斑腿樹蛙監測點

No.	縣市	樣區名稱	經度	緯度	過去調查狀態	調查團隊
1	台北市	富陽公園	121.557254	25.016855	布氏共域	富陽
2	台北市	臺北市立動物園	121.5818047	24.99792733	布氏共域	動物園卻斑行動
3	台北市	明興里生態區	121.564095	24.991776	布氏共域	明興社區
4	台北市	草湳(指南路3段)	121.607929	24.967976	布氏共域	關渡
5	台北市	樟樹步道水田	121.583576	24.967153	布氏共域	台北小雨蛙
6	台北市	貓空茶園	121.583779	24.966361	布氏共域	台北小雨蛙
7	台北市	明德宮杏花林	121.578838	24.970002	布氏共域	台北小雨蛙
8	新北市	挖仔尾	121.416801	25.16793	連續兩年有斑腿	研究室
9	新北市	北投關渡自然公園	121.470512	25.119162	連續兩年有斑腿	關渡
10	新北市	觀音山田埔巷4	121.4425222	25.12547781	布氏共域	研究室
11	新北市	4-2 蘆堤幸福菜園	121.4857352	25.09428604	連續兩年有斑腿	台北快樂蛙
12	新北市	瓊林北路	121.439295	25.02241	連續兩年有斑腿	台北快樂蛙
13	新北市	中和15 工廠菜園	121.485062	25.016511	只有一年調查	瑞穗生態教育館
14	新北市	關公嶺北天宮	121.232	25.0152	連續兩年有斑腿	心德愛蛙
15	新北市	土城青雲路	121.472488	24.964522	布氏共域	關渡
16	新北市	山中湖B	121.4667855	24.95449166	布氏共域	研究室
17	新北市	石門路	121.457243	24.963479	布氏共域	研究室
18	新北市	石門路2	121.456798	24.958819	布氏共域	研究室
19	新北市	土城彈藥庫	121.446709	24.964683	布氏共域	台北快樂蛙
20	新北市	承天路	121.445415	24.958682	布氏共域	研究室

附錄一、2015 年斑腿樹蛙監測點(續)

No.	縣市	樣區名稱	經度	緯度	過去調查狀態	調查團隊
21	新北市	碧龍宮	121.365134	24.962585	布氏共域	台北牡丹心
22	新北市	介壽路一段 238 巷	121.38209	24.92917	布氏共域	研究室
23	桃園市	紅中湖路	121.380739	25.102885	連續兩年有斑腿	研究室
24	桃園市	福林路 2 嘉寶國小	121.339687	25.108176	連續兩年有斑腿	研究室
25	桃園市	外寮路-水池 2(紅)	121.423	25.078709	連續兩年有斑腿	台北牡丹心
26	桃園市	南勢街	121.355596	25.079311	連續兩年有斑腿	研究室
27	桃園市	外社(紅)	121.305441	25.077457	只有一年調查	研究室
28	桃園市	泉州街 2	121.293598	25.097343	連續兩年有斑腿	研究室
29	桃園市	忠孝路(紅)	121.374814	25.066866	只有一年調查	研究室
30	桃園市	桃 42	121.325638	25.016973	只有一年調查	桃園龜山福源
31	桃園市	鄉民農園	121.3373408	24.98294621	連續兩年有斑腿	心德愛蛙
32	桃園市	桃中壠 17	121.28491	25.009389	只有一年調查	桃園龜山福源
33	桃園市	茄苳路	121.280254	24.97055	只有一年調查	桃園龜山福源
34	桃園市	桃二 8	121.254504	24.987511	連續兩年有斑腿	桃園龜山福源
35	桃園市	五青路 2	121.234632	25.021614	只有一年調查	桃園龜山福源
36	桃園市	通報-和美山	121.5321	24.9489	布氏共域	研究室
37	桃園市	中和 11 工廠上菜園	121.4727671	24.98046505	布氏共域	瑞穗生態教育館
38	桃園市	尖山路	121.344733	24.946386	連續兩年有斑腿	心德愛蛙
39	桃園市	桃三 7	121.301189	24.939819	連續兩年有斑腿	心德愛蛙
40	桃園市	桃園溼地復旦路 5.1	121.175591	24.940307	連續兩年有斑腿	林杰
41	桃園市	桃一 9	121.18337	24.93044	連續兩年有斑腿	林杰

附錄一、2015 年斑腿樹蛙監測點(續)

No.	縣市	樣區名稱	經度	緯度	過去調查狀態	調查團隊
42	桃園市	好時節農場	121.293281	24.878865	只有一年調查	研究室
43	桃園市	石園路	121.254839	24.867559	只有一年調查	研究室
44	台中市	中都 4A	120.587048	24.211002	布氏共域	中都美白去斑
45	台中市	中都 8A 牛頂頭	120.59021	24.197673	布氏共域	中都美白去斑
46	台中市	中都 8E 甘露寺	120.596964	24.193973	布氏共域	中都美白去斑
47	台中市	林宅	120.53133	24.23175	連續兩年有斑腿	林正雄
48	台中市	新社紅 3A	120.813989	24.294753	布氏共域	TNRS
49	台中市	新社石岡 3	120.8100664	24.29412137	布氏共域	TNRS
50	台中市	新社石岡 2-3	120.8055958	24.29286065	布氏共域	TNRS
51	台中市	新社石岡 1	120.7913336	24.28540168	布氏共域	TNRS
52	台中市	新社石岡 18	120.7976358	24.26195229	布氏共域	TNRS
53	台中市	新社石岡 17	120.7904365	24.26180711	布氏共域	TNRS
54	台中市	新社石岡 16	120.7808847	24.26091781	布氏共域	TNRS
55	台中市	新社石岡 22	120.795354	24.24764693	布氏共域	烏榕頭
56	台中市	七分荒塘	120.7837233	24.24799201	布氏共域	TNRS
57	台中市	新社石岡 26-2	120.7816395	24.24568658	布氏共域	TNRS
58	台中市	新社國小	120.8098912	24.24050802	布氏共域	烏榕頭
59	台中市	新社石岡 25(月湖)	120.8185431	24.23540558	布氏共域	研究室
60	台中市	興中中和街口	120.80339	24.229433	布氏共域	MusicFrog
61	台中市	新社石岡 32-2	120.7953529	24.22986832	布氏共域	MusicFrog
62	台中市	崑南街	120.785402	24.233358	布氏共域	MusicFrog

附錄一、2015 年斑腿樹蛙監測點(續)

No.	縣市	樣區名稱	經度	緯度	過去調查狀態	調查團隊
63	台中市	中興嶺	120.800576	24.207943	布氏共域	MusicFrog
64	彰化縣	稻香生態農園	120.476313	24.00282	連續兩年有斑腿	彰化蛙蛙蛙
65	彰化縣	員林紅 10A	120.595496	23.957493	連續兩年有斑腿	彰化鳥會
66	彰化縣	員林紅 1B	120.555296	23.960623	連續兩年有斑腿	彰化鳥會
67	彰化縣	溪湖 3B	120.474031	23.959795	連續兩年有斑腿	彰化蛙蛙蛙
68	彰化縣	溪湖 4B	120.455819	23.954475	連續兩年有斑腿	彰化蛙蛙蛙
69	彰化縣	八卦山 1	120.623184	23.92317	布氏共域	彰化鳥會
70	彰化縣	八卦山 2	120.621709	23.921314	布氏共域	彰化鳥會
71	彰化縣	八卦山 5	120.618577	23.925303	布氏共域	彰化鳥會
72	彰化縣	八卦山 4	120.605477	23.921264	布氏共域	彰化鳥會
73	彰化縣	民生路蕙洋園	120.528293	23.906956	連續兩年有斑腿	彰化鳥會
74	彰化縣	彰 36A	120.499994	23.902337	連續兩年有斑腿	彰化鳥會
75	彰化縣	彰 42A	120.486449	23.883132	連續兩年有斑腿	彰化鳥會
76	彰化縣	彰 27B	120.515665	23.852667	連續兩年有斑腿	彰化鳥會
77	彰化縣	前溪底	120.519477	23.835033	連續兩年有斑腿	彰化鳥會
78	雲林縣	新厝公園	120.283426	23.709675	連續兩年有斑腿	陳調仁
79	屏東縣	口社	120.64069	22.761113	連續兩年有斑腿	屏東縣野鳥學會
80	屏東縣	大路觀外圍 11	120.626318	22.749492	連續兩年有斑腿	屏東縣野鳥學會
81	屏東縣	大路觀外圍 06	120.633642	22.746733	連續兩年有斑腿	屏東縣野鳥學會
82	屏東縣	大陸觀外圍 01	120.6235625	22.74418014	連續兩年有斑腿	屏東縣野鳥學會
83	屏東縣	大路觀外圍 07	120.638313	22.741877	連續兩年有斑腿	屏東縣野鳥學會

附錄一、2015 年斑腿樹蛙監測點(續)

No.	縣市	樣區名稱	經度	緯度	過去調查狀態	調查團隊
84	屏東縣	大路觀 A 池	120.6274034	22.73884285	連續兩年有斑腿	屏東縣野鳥學會
85	屏東縣	大陸觀 B 池	120.6254312	22.73730299	連續兩年有斑腿	屏東縣野鳥學會
86	屏東縣	賽嘉巷水溝	120.638233	22.7255	連續兩年有斑腿	屏東縣野鳥學會

附錄二、2015 年斑腿樹蛙通報

序號	日期	通報方式	縣市	地點	判斷結果	通報內容
1	6 月 22 日	信箱	新北市	石門區尖山湖青山瀑布	斯文豪氏赤蛙	錄音檔
2	1 月 25 日	FB	雲林縣	斗六工業區	斑腿樹蛙	目視、聽音
3	3 月 18 日	FB	南投市	南投市附近	斑腿樹蛙	目視成蛙、卵泡
4	3 月 25 日	信箱	彰化縣	芬園鄉私人果園	斑腿樹蛙	成蛙照片
5	3 月 30 日	信箱	南投市	南鄉路	斑腿樹蛙	成蛙照片
6	4 月 2 日	信箱	桃園市	八德區興豐路 1216 號	斑腿樹蛙	成蛙、卵泡
7	4 月 8 日	傳給楊老師	台北市	台大-基隆路的農場辦公室旁的方形小水池	斑腿樹蛙	成蛙照片
8	4 月 12 日	電話	台中市	太平區太平國中	斑腿樹蛙	目視成蛙
9	4 月 18 日	FB	桃園市	平鎮區湧東路	斑腿樹蛙	聽音
10	4 月 21 日	信箱	新北市	三峽區嘉添里	斑腿樹蛙	成蛙照片
11	4 月 29 日	FB	新北市	中和區漳和濕地	斑腿樹蛙	目視成蛙
12	4 月 30 日	FB	新北市	樹林與山佳中間-大同山腳旁的社區	斑腿樹蛙	目視成蛙
13	5 月 3 日	口頭通知	新北市	深坑區向天湖	斑腿樹蛙	成蛙、卵泡照片
14	5 月 9 日	信箱	桃園市	百吉地區	斑腿樹蛙	成蛙照片
15	5 月 17 日	FB	桃園市	山腳里	斑腿樹蛙	成蛙照片
16	5 月 30 日	通報系統	雲林縣	西螺濁水溪堤防外果園	斑腿樹蛙	成蛙照片
17	6 月 2 日	FB	新竹市	北區舊社國小附近	斑腿樹蛙	成蛙照片
18	6 月 9 日	FB	台北市	信義區象山的廢棄耕地蓄水池	斑腿樹蛙	卵泡照片
19	6 月 11 日	FB	新北市	三峽區鳶尾山步道	斑腿樹蛙	幼蛙照片
20	6 月 12 日	信箱	新北市	土城區山中湖	斑腿樹蛙	目視成蛙

附錄二、2015 年斑腿樹蛙通報(續)

序號	日期	通報方式	縣市	地點	判斷結果	通報內容
21	6 月 13 日	FB	彰化縣	永靖鄉四芳村田間產業道路	斑腿樹蛙	幼蛙、蝌蚪照片
22	6 月 19 日	FB	彰化縣	埤頭鄉	斑腿樹蛙	成蛙照片
23	6 月 19 日	FB	台北市	南港區中研院學術活動中心	斑腿樹蛙	成蛙照片
24	6 月 21 日	FB	新北市	關渡自然公園	斑腿樹蛙	成蛙照片
25	6 月 23 日	信箱	新北市	鶯歌區鶯歌二甲路(受安宮對面)	斑腿樹蛙	成蛙照片
26	6 月 23 日	FB	新北市	土城區土城環河道路,65 高架下方(往三峽方向)	斑腿樹蛙	成蛙照片
27	6 月 24 日	FB	台中市	石岡區德興菜園	斑腿樹蛙	成蛙照片
28	6 月 30 日	FB	新北市	南港區南港公園	斑腿樹蛙	成蛙照片
29	7 月 2 日	FB	南投縣	名間鄉田仔村的深根農園內	斑腿樹蛙	成蛙照片
30	7 月 4 日	FB	新北市	板橋區江子翠	斑腿樹蛙	成蛙照片
31	7 月 4 日	FB	台北市	文山區貓空	斑腿樹蛙	成蛙照片
32	7 月 5 日	FB	台中市	東勢區高簡地區	斑腿樹蛙	成蛙照片
33	7 月 8 日	FB	新北市	五股區某部隊	斑腿樹蛙	成蛙照片
34	7 月 11 日	FB	台中市	豐原情人谷	斑腿樹蛙	成蛙照片
35	7 月 15 日	FB	台中市	豐原葫蘆墩圳	斑腿樹蛙	成蛙照片
36	7 月 26 日	FB	新北市	深坑區炮子崙地區	斑腿樹蛙	幼蛙照片
37	7 月 26 日	FB	新北市	關渡平原南區八仙產業道路旁	斑腿樹蛙	成蛙照片
38	7 月 27 日	信箱、FB	新北市	永和區家樂福的盆栽區	斑腿樹蛙	成蛙照片
39	8 月 25 日	FB	桃園市	中壢區家樂福內壢店	斑腿樹蛙	目視成蛙
40	8 月 26 日	FB	台中市	新社區沐心泉餐飲區旁的小池子	斑腿樹蛙	成蛙照片
41	8 月 29 日	FB	新北市	泰山區明志路二段的麥當勞附近	斑腿樹蛙	成蛙照片

附錄二、2015 年斑腿樹蛙通報(續)

序號	日期	通報方式	縣市	地點	判斷結果	通報內容
42	9 月 6 日	FB	台北市	南港區山水綠生態公園	斑腿樹蛙	幼蛙照片
43	9 月 23 日	口頭通知	新北市	樹林區保安街二段 45 巷	斑腿樹蛙	成蛙照片
44	10 月 3 日	FB	新北市	土城區中央路一段(海霸王對面檳榔園內)	斑腿樹蛙	成蛙照片
45	10 月 14 日	電話	桃園市	大溪高中校園內	斑腿樹蛙	成蛙照片
46	10 月 17 日	信箱	台北市	台北市貓空樟樹步道	斑腿樹蛙	成蛙照片
47	10 月 20 日	信箱	桃園市	桃園市場梅區埔心永平路 480 號	斑腿樹蛙	聽音
48	10 月 23 日	傳給楊老師	新竹縣	新竹縣芎林鄉秀湖村	斑腿樹蛙	成蛙照片
49	10 月 27 日	FB	臺北市	臺北市士林區芝山岩	斑腿樹蛙	成蛙照片
50	10 月 29 日	FB	臺北市	關渡西南賞鳥牆&外圍提防道路	斑腿樹蛙	成蛙照片
51	10 月 29 日	FB	臺北市	天母古道(中山北路 7 段 190 巷底)	斑腿樹蛙	成蛙照片
52	11 月 12 日	FB	雲林縣	雲林縣斗六市溪州國小附近的漢記公園	斑腿樹蛙	成蛙照片
53	11 月 12 日	FB	雲林縣	雲林縣東勢、褒忠、斗六、莿桐、二崙和西螺	斑腿樹蛙	成蛙照片
54	12 月 14 日	傳給楊老師	新北市	新北市竹圍-紅樹林區域	斑腿樹蛙	目視成蛙
55	12 月 14 日	傳給楊老師	嘉義縣	嘉義地區縣道 159 甲	斑腿樹蛙	幼蛙照片
56	9 月 29 日	信箱	新北市	新北市林口區興林路 42 之 1 號	斑腿樹蛙	成蛙、叫聲
57	6 月 13 日	信箱	桃園縣	龍潭鄉八德村吳家池附近的稻田	斑腿樹蛙	卵泡照片
58	10 月 19 日	FB	雲林縣	雲林縣莿桐鄉木瓜園	待確認	成蛙照片、錄音檔
59	10 月 18 日	上傳資料庫	嘉義縣	嘉義縣大埔鄉跳跳農場	待確認	成蛙照片
60	9 月 29 日	FB	台東縣	延平鄉鸞山國民小學	布氏樹蛙	幼蛙照片
61	3 月 5 日	FB	台北市	文山區明興里	布氏樹蛙	成蛙照片
62	3 月 12 日	FB	新北市	社子島	布氏樹蛙	成蛙照片

附錄二、2015 年斑腿樹蛙通報(續)

序號	日期	通報方式	縣市	地點	判斷結果	通報內容
63	3 月 20 日	FB、信箱	台北市	中研院	布氏樹蛙	成蛙抱接、卵泡照片
64	6 月 8 日	口頭通知	新北市	瑞芳區瑞柑國小	布氏樹蛙	成蛙照片、錄音檔
65	6 月 13 日	FB	高雄縣	六龜區的露營地	布氏樹蛙	成蛙、卵泡照片
66	6 月 20 日	FB	台中市	北屯區大坑風景區-中正露營區	布氏樹蛙	成蛙照片、錄音檔
67	7 月 12 日	FB	新北市	新店區四崁水華林池	布氏樹蛙	成蛙照片
68	9 月 28 日	FB	宜蘭縣	蘭陽溪右岸五結大洲堤防清洲附近	布氏樹蛙	成蛙照片
69	2 月 25 日	電話	苗栗縣	花露休閒農場	日本樹蛙	蝌蚪照片
70	4 月 5 日	信箱	苗栗縣	公館鄉	小雨蛙	成蛙照片
59	6 月 13 日	信箱	桃園縣	龍潭鄉八德村吳家池附近的稻田	斑腿樹蛙	卵泡照片

附錄三、土地使用分類與阻礙值

本表援用內政部國土測繪中心線上公開之『土地使用分類系統表』(第二次國土利用調查土地使用分類系統,民國95年頒定)(<http://lui.nlsc.gov.tw/LUWeb/Home/Content.aspx?MUID=3670dcfe-dfea-446d-8afd-ee1ca7abc054>),並依據專家意見方式給予各土地使用類別一阻礙值,作為後續 least-cost modelling 使用。

(一) 農業使用土地

農業使用土地下第二級共分為4類,第三級分為11類。第三級細分類項目係配合「農業統計年報」中農業生產統計分類進行修訂,以利相關調查資料之更新,如表1所示。

表2 農業使用土地分類系統表

第 I 級		第 II 級		第 III 級			阻礙值
類別	代碼	類別	代碼	類別	代碼	說明	
農業使用土地	01	農作	0101	稻作	010101	係指從事稻米栽培之土地。包括水稻、陸稻	5
				旱作	010102	係指從事雜糧作物、特用作物及園藝作物栽培之土地。雜糧作物包括小麥、黑麥、蕎麥、紅豆、大豆、玉米、粟(小米)、大麥、甘藷、花豆、綠豆、薏仁、落花生、蜀黍(高粱);特用作物包括係指從事纖維料、油料、糖料(甘蔗)、嗜好料、香料、藥料及工業原料等特用作物栽培之土地。包括棕櫚、苧麻、亞麻、大甲蘭、苕苡(三角蘭)、向日葵、油菜籽、葛鬱金(粉薯)、甜菜、茶葉、菸草、胡椒、花椒、香茅草、芥末籽、杭菊、除蟲菊、枸杞、黃耆、麥門冬、桑樹、棉花、瓊麻、黃麻、洋麻(鐘麻)、芝麻、蓖麻籽、樹薯、甜菊、咖啡、可可豆、蛇麻、茴香、仙草、洛神葵、薄荷、魚藤、當歸、山藥、柴胡、牧草、綠肥作物;園藝作物包括蔬菜、食用菌菇類(包括木耳、香菇、草菇、食用菌菇類菌種、靈芝、洋菇、金針菇)及花卉(包括盆花植物、觀葉植物、切花植物)	5
				果樹	010103	係指從事水果及乾果種植、栽培而以收穫其果實為目的之土地。包括李、杏、柿、栗、枇杷、橄欖、木瓜、楊桃、鳳梨、檳榔、葡萄、椰子、柑桔類、番石榴、梅、桃、棗、梨、芒果、胡桃、蘋果、龍眼、香蕉、蓮霧、荔枝、番荔枝、百香果	5
				廢耕地	010104	係指原為從事 010101 至 010103 分類項目栽培之使用,因廢耕而為草生之土地。如為從未栽植農作物及林木之草生荒地應屬 090300「草生地」	5

	水產 養殖	0102	水產養 殖	010200	係指水產養殖所使用之土地	5
		畜牧	0103	畜禽舍	010301	係指飼育家畜、家禽所使用之土地
			牧場	010302	係指放牧家畜、家禽之土地	5
	農 業 附 帶 設 施	0104	溫室	010401	係指有固定基礎之透明採光設施。	20
			倉儲設 施	010402	係指供糧食、肥料、資材存放之設施。	40
			農產品 展售場	010403	係指供農產品之集貨、包裝、運銷、展售等設施。	10
			其他設 施	010404	係指供農作、畜牧、漁業、休閒農業生產或經營所需之栽培場、機房、資材室、冷藏或冷凍庫、育 苗作業室等之設施。	40

(二) 森林使用土地

森林使用土地下第二級共分為 3 類，第三級分為 12 類。第二級及第三級細分類項目係配合「國有林事業區檢定調查手冊」中林地分類，以利相關調查資料之更新，如表 2 所示。

表 3 森林使用土地分類系統表

第 I 級		第 II 級		第 III 級			阻礙值
類別	代碼	類別	代碼	類別	代碼	說明	
森林使用土地	02	天然林	0201	天然針葉樹純林	020101	係指天然針葉樹純林，其蓄積或株數至少佔 75%	5
				天然闊葉樹純林	020102	係指天然闊葉樹純林，其蓄積或株數至少佔 75%	5
				天然竹林	020103	係指各類竹林或竹林佔全林冠 75% 以上	5
				天然竹針闊葉混淆林	020104	係指天然針、闊葉樹、竹混淆林，其針（或闊）葉樹種蓄積總和或株數總和至少佔 25% 以上，75% 以下	5
	人工林	0202	人工針葉樹純林	人工針葉樹純林	020201	係指人工針葉樹純林，其蓄積或株數至少佔 75%	5
				人工闊葉樹純林	020202	係指人工闊葉樹純林，其蓄積或株數至少佔 75%	5

			人工竹林	020203	係指各類竹林或竹林佔全林冠 75%以上	5
			人工竹針闊葉混淆林	020204	係指人工針、闊葉樹、竹混淆林，其針（或闊）葉樹種蓄積總和或株數總和至少佔 25%以上，75%以下	5
	其他森林使用土地	0203	伐木跡地	020301	林木伐採後尚未完成更新造林者	5
苗圃			020302	培育林木之園區及附帶道路、建物等相關設施之總括	5	
防火線			020303	為防止森林火災蔓延擴展，於山稜脊線設置以清除所有地表植生之帶狀裸露林地	5	
土場			020304	木材自林地搬出途中暫時存放之場所，在林道末端者稱為土場	5	

(三) 交通使用土地

交通使用土地下第二級共分為 4 類，第三級分為 12 類，如表 3 所示。

表 4 交通使用土地分類系統表

第 I 級		第 II 級		第 III 級			阻礙值
類別	代碼	類別	代碼	類別	代碼	說明	
交通使用土地	03	機場	0301	機場	030100	包括航空站、航空貨運站、飛行場、航空貨物集散站及機場相關設施如助航設施（導航台、助航台、儀降系統及塔台）及其他設施（空中廚房、飛機製造修理場等）。如為軍用機場應屬 090100「軍事用地」，但如為軍民合用之機場以及山區與離島之直昇機緊急停機坪亦屬本分類	10000
						鐵路	0302
	高速鐵路	030202	供高鐵使用之路線	10000			
	鐵路相關設施	030203	包括鐵路車站、機廠及機務段、裝卸場、調車場、維修場、機電房及其他鐵路相關設施	10000			
	道路	0303	國道	030301	係指道路系統分級為國道者	10000	
				省道、快速道路	030302	係指道路系統分級為省道者	10
			一般道路	030303	4 米以上，但不包含 030301 及 030302 以外，之道路，包括縣道、鄉道、市區道路和其他道路（堤防兩側道路視為水利用地，不屬於此類）	10	
			道路相關設施	030304	包括公路車站、停車場、車輛調度場、車輛檢修場、客貨運轉運站、服務區、休息站、監理機構及其他公路相關設施	5	
	港口	0304	商港	030401	包括碼頭、修造船廠、倉棧設施及其他公共設施；軍港不在此限，如為軍商合用港亦歸屬於本分類	10000	
				漁港	030402	包括碼頭、修造船廠、倉棧設施及其他公共設施	10000
			專用港	030403	係指軍、商、漁港以外之港口，但不包含海洋遊憩設施之遊艇港	10000	
			其他港口設施	030404	獨立燈塔（新增）	10000	

(四) 水利使用土地

水利使用土地下第二級共分為 7 類，第三級分為 17 類。第三級細分類項目修改自「各河川流域、海岸沿岸土地利用現況資料庫建置」中水利土地使用分類，如表 4 所示。

表 5 水利使用土地分類系統表

第 I 級		第 II 級		第 III 級			阻礙值	
類別	代碼	類別	代碼	類別	代碼	說明		
水利使用土地	04	河道	0401	河川	040101	係指江、河川、溪等水流經過之地域	5	
				減河	040102	係指專為疏分本水道一定地段超量洪水而開闢之另一水道	5	
				運河	040103	係指為便利水運所開鑿之水道	5	
				堤防	040104	包括河堤、海堤及離岸堤（含設計之消波塊）	10	
		溝渠	0402	溝渠	040200	包括灌溉、排水、給水及相關設施，其寬度 5M 以上者	5	
	蓄水池			0403	水庫	040301	係指建立堰壩所形成之水域及其附屬設施	5
					湖泊	040302	係指該水域在當地以湖、泊稱之者	5
					其他蓄水池	040303	包括池、埤、溜、潭等；如專供養殖使用者，應歸屬於 010200「水產養殖」類	5
		人工湖	040304		係指作為水源使用者之人工湖泊，形狀整齊，有輸水幹管等相關設施。	5		
		水道沙洲灘地	0404	水道沙洲灘地	040400	水利法 81 條，凡與水流宣洩或洪水停駐有礙之地區，包括湖沼、河口之海埔地與三角洲及指定之洩洪區	5	
	水利構造物							0405
		抽水站	040502	抽水站	200			
		水庫堰壩	040503	水庫堰壩	200			

			地下 取水 井	040504	地下取水井	200
			其他 設施	040505	包括水土保持處理與維護施做之攔沙壩、跨河橋樑保護工程及其他設施等	200
	防 汛 道 路	0406	防汛 道路	040600	係指位於堤內緊鄰堤防供防汛使用之道路，及堤外便道等	5
	海 面	0407	海面	040700	包括海面及海面上之附屬設施	99999

(五) 建築使用土地

建築使用土地下第二級共分為 4 類，第三級分為 12 類，如表 5 所示。

表 6 建築使用土地分類系統表

第 I 級		第 II 級		第 III 級			阻礙值
類別	代碼	類別	代碼	類別	代碼	說明	
建築使用土地	05	商業	0501	零售批發	050101	係指從事買賣貨品活動之土地，包括零售、批發及量販店，如百貨公司、商店、市場、大型量販店和購物中心。其中零售業之銷售對象以一般民眾為主，批發業（意旨從事有形商品批發、經紀及代理）批發業係以銷售大宗商品為主，其銷售對象多為機構或產業（如中盤批發商、零售商、工廠、公司行號等）。相關細項業別包括農、畜、水產品業、食品什貨、布疋、衣著、服飾品、家庭電器、設備及用品零售（批發）業、藥品、化粧品及清潔用品、文教、育樂用品、鐘錶、眼鏡、首飾及貴金屬、建材、機械器具、汽機車及其零配件、用品、綜合商品及其他商品之零售或批發	200
				服務業	050102	係指提供個人或工商服務務使用之土地包括住宿（如賓館、旅館、旅社、汽車旅館、民宿、觀光旅館、招待所）、餐飲（如餐廳、食堂、小吃店、速食店、鐵板燒店、日本料理店、飯館麵店、快餐店、牛排館自助火鍋店、飲酒店、啤酒屋）、運輸通信（如路上運輸、水上運輸、航空運輸、旅行、報關、郵政、電信、快遞）、金融保險（如銀行、信用合作社、農會、漁會信用部、信託投資）、不動產租賃、專業、科學及技術服務業（如法律及會計服務、建築及工程技術服務、專門設計服務、電腦系統設計服務業、資料處理及資訊供應、研究發展服務業、廣告、其他專業、科學及技術服務業（如市場研究及民意調查、攝影、翻譯服務、獸醫、環境檢測服務）、教育服務（如補習班、才藝班）、文化服務（如出版、電影製作、廣播電視、藝文及運動服務業）及其他服務（如洗衣、理髮及美容、殯葬服務、家事服務業、相片沖洗、浴室、駕訓班）	200
	住宅	0502	純住宅	050201	係指整體建築專供住宅使用者，不含其他使用之土地	200	
			兼工業使用住宅	050202	係指一樓供工業使用，其餘供住宅使用樓層比例超過 50%	200	

			兼商業使用住宅	050203	係指一樓供商業使用，其餘供住宅使用樓層比例超過 50%	200
			兼其他使用住宅	050204	係指一樓供住宅、商業或工業以外之其他使用且其餘供住宅使用樓層比例超過 50%	200
工業	0503	製造業		050301	係指從事製造業使用之土地。包括食品、飲料、菸草、紡織、成衣、服飾品、皮革、毛皮、木竹製品、家具、裝設品、紙漿、紙製品、印刷、化學材料、化學製品、石油、橡膠、塑膠、非金屬礦物、金屬、機械設備、電腦、通信、電子、電力機械、運輸工具、精密光學、醫療器材、鐘錶等製造業，製造品零組件之組裝（裝配業）亦歸於本類	200
			倉儲	050302	從事經營租賃取酬之製造業相關原料、產品之堆棧、棚棧、倉庫、保稅倉庫等用地均屬之（不包括農業、林業場地儲存活動所使用之土地）	200
其他建築用地	0504	宗教	050401	包括供寺廟、教（會）堂和其他宗教建築使用，但不包含 070101 法定文化資產項目之土地	10	
		殯葬設施	050402	包含墓地、殯儀館、火化場和骨灰（骸）存放設施	5	
		興建中	050403	已興建地下層或地面層但在現況調查年度內無法建築完成者	10000	
		其他	050404	係指宗教、殯葬設施、興建中以外之其他建築用地，包括人民團體、財團法人等類別	10000	

(六) 公共使用土地

公共設施使用土地下第二級共分為 6 類，第三級分為 14 類，如表 6 所示。

表 7 公共設施使用土地分類系統表

第 I 級		第 II 級		第 III 級			阻礙值
類別	代碼	類別	代碼	類別	代碼	說明	
公共 使用 土地	06	政府 機關	0601	政 府 機 關	060100	包含政府機關、民意機關、國際組織、外國使領館、其他外國機構等	200
		學 校	0602	幼 稚 園	060201	學校內如同時包括幼稚園、小學、中學等使用，以最高級之使用為主。如為托兒所則歸於 060400 社 會福利設施	20
	小 學			060202	供國民小學使用之土地	10	
	中 學			060203	供國民中學、高中（職）使用之土地	10	
	大 專 院 校			060204	供大專院校使用之土地	10	
	特 種 學 校			060205	包括啟聰學校、盲啞學校、感化院、輔育院等	10	
	醫 療 保 健	0603	醫 療 保 健	060300	包括醫院、診所、衛生所及衛生室、醫事技術及其他醫療保健服務之類別	200	

	社會福利設施	0604	社會福利設施	060400	包括兒童、少年、老人、婦女及身心障礙福利機構、社會救助機構、社區活動中心及其他社會福利設施，如為托兒所屬兒童福利機構之類別	200
	公用設備	0605	氣象	060501	包括測候站、雷達站、地震、海象、天文等觀測站及相關措施，但氣象局應屬機關分類	10000
			電力	060502	包括火力、水利、核能、風力、潮汐、溫差、潮流發電廠、變電所、輸配電鐵塔及連接站及其他電業相關設施	10000
			瓦斯	060503	包括煤氣、天然氣整（加）壓站、分裝場及接收站	10000
			自來水	060504	包括自來水廠和抽水站、加壓站、配水池、其他自來水設施	10000
			加油站	060505	加油站及附屬設施	10
	環保設施	0606	環保設施	060600	包括污水處理廠、污水抽水站、雨水及污水截流站、垃圾處理廠及垃圾掩埋場、廢物處理、空氣、噪音監測處理設施、資源回收設施	10000

(七) 遊憩使用土地

遊憩使用土地下第二級共分為 2 類，第三級分為 6 類。如表 7 所示。

表 8 遊憩使用土地分類系統表

第 I 級		第 II 級		第 III 級			阻礙值
類別	代碼	類別	代碼	類別	代碼	說明	
遊憩使用土地	07	文化設施	0701	法定文化資產	070101	係指具歷史、文化、藝術、科學等價值並經指定或登錄之古蹟、歷史建築、聚落、遺址、文化景觀、自然地景等土地	5
				一般文化設施	070102	包括博物館、演藝廳、音樂廳、文化中心、史蹟陳列館、藝術館、紀念館、美術館、文物陳列館、工藝陳列館、圖書館、博物館、劇院	200
				其他文化設施	070103	包括教育部主管之社會教育館、動植物園、海洋生態館、海洋公園、科學館等	10
	休閒設施	0702	公園綠地廣場	070201	係指非營利性且供一般民眾休憩之土地，包括公園、綠地、廣場、花園及相關園藝設施	5	
			遊樂場所	070202	包括室內遊樂場（電影院、電子遊樂場、保齡球館、撞球場、上網專門店、釣蝦場）及戶外遊樂場（高爾夫球場、營利性公園、森林樂園、海底樂園、森林遊樂區、露營野餐地、海上樂園、海水浴場）之類別	5	
			體育場所	070203	包括巨蛋、體育館、體育場、球場及游泳池	10	

(八) 礦鹽使用土地

礦鹽使用土地下第二級共分為3類，第三級分為6類，如表8所示。

表9 礦業使用土地分類系統表

第 I 級		第 II 級		第 III 級			阻礙值
類別	代碼	類別	代碼	類別	代碼	說明	
礦鹽使用土地	08	礦業	0801	礦場	080101	包括金屬礦場、非金屬礦場、石油、天然氣採集場、礦業堆積場	10
				礦業相關設施	080102	包括礦業開採設施、附屬設施及其他必要設施	10000
	土石	0802	土石採取場	080201	包括土石採取作業場所及其所需土石堆積場	5	
			土石相關設施	080202	包括土石採取場以外之土石加工及其他必要設施	10000	
	鹽業	0803	鹽田	080301	包括堆積場	10000	
			鹽業相關設施	080302	包括鹽廠及食鹽加工廠、辦公廳等相關設施	10000	

(九) 其他使用土地

其他使用土地下第二級共分為 8 類，第三級分為 13 類，如表 9 所示。

表 10 其他使用土地分類系統表

第 I 級		第 II 級		第 III 級			阻礙值	
類別	代碼	類別	代碼	類別	代碼	說明		
其他使用土地	09	軍事用地	0901	軍事用地	090100	包括軍事機關、軍事院校、軍用機場、軍港等相關軍事設施	10	
		溼地	0902	溼地	090200	溼地、沼澤和紅樹林	5	
		草生地	0903	草生地	090300	從未栽植農作物及林木之草生荒地	5	
		裸露地	0904	灘地	090401	090401	沙灘、海灘、潮間帶等地	99999
				崩塌地	090402	090402	係指水利用地以外之裸露地，包括落石、翻覆、滑動、側滑、流動等五類，涵蓋坍方、山崩、崩塌等土地	5
				礁岩	090403	090403	礁岩、海蝕平台、裸露岩石等地	
				裸露空地	090404	090404	裸露空地	5
		灌木荒地	0905	灌木荒地	090500	090500	灌木雜生之生荒地	5
		災害地	0906	災害地	090600	090600	係指低海拔地區已發生災害之地區，包括因海水倒灌、土壤污染等無法利用之土地	5

	營建剩餘土石方	0907	營建剩餘土石方	090700	係指堆積、處理營建廢棄土之場所	5
	空置地	0908	未使用地	090801	係指土地空置，且尚無特定用途者	5
人工改變中土地			090802	係指已整地或正整地準備開發利用為某特定用途者，包含海埔新生地	5	
測量標			090803	依「測量標設置保護條例施行細則」第七條規定之永久測量標使用者，包括覘標、標石、標架、標桿、標尺、水尺、航用燈標、航用浮標等	10	

清蛙大作戰 江翠國中學生動手保護生態

2015-03-23 20:05

A+

f 讚 54

〔記者陳韋宗 / 新北報導〕八里「挖仔尾」位於淡水河口左岸，近年因外來入侵種「斑腿樹蛙」數量遽增，已嚴重威脅本土原生物種生存。板橋江翠國中60多位學生，今天在生物老師帶領下，由東華大學生態保育團隊到「挖仔尾自然保留區」進行「清蛙」大作戰，新鮮體驗讓學生直呼「好特別」！

學生們穿戴頭燈、雨鞋，持手電筒小心進入棲地，觀察攀附竹子上的「斑腿樹蛙」。東華大學兩棲類保育研究室規劃5大體驗關卡，包括台灣蛙類活體解說、蛙類生活史、食物鏈、特徵，以及監測小撇步等，每發現一隻蛙類，現場就響起陣陣驚呼。

每年4至9月是「斑腿樹蛙」大量繁殖期，屬於樹棲型

(網址:<http://m.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/126583>)

【你來報報】又傳錯殺案例 學者：移除外來種勿自己來

Share 673 Tweet 2 Share 2 G+ 2 Like 636

文字大小

本報2015年11月27日恆春訊，公民記者瑤苾報導

快速擴散的外來種「斑腿樹蛙」，最早自2006年在彰化田尾被發現並通報，於2012年開始族群監測與控制至今。而與外來種斑腿樹蛙貌似雙胞胎的白額樹蛙，已改稱為「布氏樹蛙」。兩者除外型相似，親緣關係接近，棲地類型也相同。

日前有媒體報導「為了防治外來種斑腿樹蛙而誤殺本土蛙」，國立東華大學自然資源與環境學系副教授楊懿如表示報導失真，有誤導之虞，形同扼殺本土原生種保育研究團隊的心血，讓人痛心。

原生種、外來種 傻傻分不清 白額樹蛙遭錯殺

資料來源／楊懿如、台北市農業局
製表／黃麗梅 羅聯台

斑腿樹蛙	白額樹蛙
<ul style="list-style-type: none">有X或又字形紋，有的不明顯叫聲微弱的「嘎嘎嘎」晚上活動，白天躲在樹上、灌叢或排水管	<ul style="list-style-type: none">花紋多樣，間雜或僅有一些斑點叫聲連續響亮「咕咕咕」晚上活動，白天躲在稻田、石縫、草叢、樹枝

（記者黃麗梅／新北報導）林姓農民常在自家菜園本發現蛙類卵塊，附近草叢也有蛙蹤，以為是入侵本地的外來種斑腿樹蛙，清除一空。後來發現他誤把台灣原生種白額樹蛙當外來種斑腿樹蛙。專家指出，白額樹蛙為台灣原生種，因為長得像斑腿樹蛙，民眾僅憑叫聲和外觀難以分辨，不時錯殺，反資原生物種加速消失。國立東華大學自然資源與環境學系副教授楊懿如表示，斑腿樹蛙和白額樹蛙體型、顏色與花紋都相似，就像雙胞胎，民眾從外觀很難分辨。

新北市農業局鼓勵園藝業者自主檢查，一旦發現卵塊附著植株立刻清除，防止斑腿樹蛙擴散。但業者李宗浩說，光從卵塊外觀很難分辨是哪種蛙。長得相似而遭殃的還有原生種樹蛙。九月新店一處社區以為後方山坡樹林遭「綠蟻」小花蔓澤蘭入侵，趕緊雇工清除；後來才發現弄錯，醜態是大片粉紅色小花，連著很像乾枯的小花蔓澤蘭，但已來不及。

新北農業局林務科長黃嘉文表示，夏天時常接獲新店、烏來山區民眾通報住家附近有小花蔓澤蘭繁殖，其實民眾看見開粉紅花的蔓藤是酸藤，在台灣很普遍。

黃嘉文說，台灣高達三分之二的四分之二物種是原生特有種，對外來種的侵入抵抗力是脆弱的；民眾若不清楚如何分辨，最好方法是通報交由專業人士判斷。

斑腿樹蛙幼蛙背上有縱紋、X或又形紋，變化大且有的不明顯。楊懿如提供。

蛙類保育窘況 原生種生態失衡

蛙類生存的領域跟人類重疊，台灣不少開發都破壞著牠們的生存棲地。導致自然的荒地不是破碎化就是完全失去了，包括蛙類現蹤的地方附近有河流或溝渠，也因被重度污染，常常會發生今年調查發現了，明年就又消失了；這是蛙類保育窘況與無奈，加上外來種的入侵，對本土蛙類生存更造成威脅。

(網址:<http://e-info.org.tw/node/111730>)

附錄五、照片



圖說：八里挖仔尾移除活動



圖說：台中都會公園移除活動



圖說：鶯歌碧龍宮移除活動



圖說：彰化田尾國小與蕙洋園移除活動



圖說：停棲於竹子上的斑腿樹蛙



圖說：斑腿樹蛙正在水桶旁抱接