

臺灣地區斑腿樹蛙族群分布探討

Distribution of *Polypedates megacephalus* Hallowell, 1861 (Rhacophoridae, Anura, Amphibia) in Taiwan

楊懿如* 龔文斌

Yi-Ju Yang* and Wun-Bin Gong

國立東華大學自然資源與環境學系 97401 花蓮縣壽豐鄉大學路二段 1 號

Department of Natural Resources and Environmental Studies, National Dong-Hwa University, Shoufeng, Hualien,
Taiwan.

*通訊作者：treefrog@mail.ndhu.edu.tw

*Corresponding author: treefrog@mail.ndhu.edu.tw

摘 要

斑腿樹蛙為 2006 年於臺灣中部發現的新紀錄種，外型特徵與臺灣原生種布氏樹蛙相似。本研究於 2012 年藉由兩棲類保育志工普查、一般民眾通報與方格系統調查，以了解斑腿樹蛙在臺灣的分布現況。使用 2006-2012 年斑腿樹蛙的分布點與 1982-1990 年布氏樹蛙歷史調查資料進行方格疊合比較，以探討早期被誤認為布氏樹蛙的斑腿樹蛙為原生種之可能性。結果顯示斑腿樹蛙分布於臺北市、新北市、桃園縣、臺中市、彰化縣、雲林縣與屏東縣，在其分布地區具有族群量高、分布廣泛的特性，且多為當地的優勢物種。在布氏樹蛙歷史分布的 363 個方格中，無任何方格與斑腿樹蛙分布的方格重疊，而在斑腿樹蛙分布的 87 個方格中，有 40.2% 是 1982-1990 年曾有調查，但未發現布氏樹蛙，顯示斑腿樹蛙有非常高的可能性是外來種。斑腿樹蛙具有高適應力與繁殖力，從發現之後至今仍持續擴散，未來除了在已確認的分布區進行控制外，藉由志工或一般民眾協助進行通報與監測也很重要，以便能及早進行相關保育措施，降低控制成本。

Abstract

Polypedates megacephalus Hallowell (the spot-legged tree frog, 1861) was found in Central Taiwan in 2006. Its morphology is similar to the native species *P. braueri* (Vogt, 1911). In this study, *P. megacephalus*' distribution in Taiwan was investigated by referencing amphibian conservation volunteers' survey data, public reports and grid system surveys. We also compared *P. megacephalus*' location (survey in 2006-2012) with *P. braueri*'s historical distribution records (survey in 1982-1990) to examine the probability of *P. megacephalus* being a native species, as it was mistakenly identified as *P. braueri* previously. The results show that *P. megacephalus* distributed in Taipei City, New Taipei City, Taoyuan County, Taichung City, Changhua County, Yunlin County and Kaoshiung City. There was no overlap among the 363 *P. braueri*'s historical grids and 87 *P. megacephalus*' distribution grids. And in the 87 *P. megacephalus*' distribution grids, 40.2% grids were investigated in 1982-1990 and no *P. braueri* was found. The results indicate that high probability of *P. megacephalus* being an alien species. *P. megacephalus* has high adaptability and reproductive ability, and its population is still expanding in Taiwan at present. In the future, population control as well as reporting and monitoring by volunteers and the public are important cost-effective conservation measures.

關鍵字：外來種、斑腿樹蛙、布氏樹蛙、歷史調查資料

Keywords：alien species, *Polypedates megacephalus*, *Polypedates braueri*, historical investigate record

收件日期：2013年09月13日

接受日期：2014年1月06日

Received: September 13, 2013

Accepted: January 06, 2014

緒 言

外來種是指一物種因氣候、地理變化或人類引進，遷徙到以前沒有分布的地區(Vermeij 1996)，其來源可分為以下幾類：(1)農業或貿易的需求，引進大量動植物做為食物來源，或是藥用、飼料等；(2)娛樂、觀賞價值；(3)生物防治；(4)刻意或無意的夾帶；(5)科學用途；(6)原來棲地改變(McNeely 2001)。外來種成為入

侵種後，對於生態系可能造成的危害包括：捕食原生物種或與其競爭資源、與原生物種雜交、攜帶疾病或寄生蟲傳染給原生種(Lever 2003)、造成入侵地生態系統的改變等(Beard and Pitt 2005)。

相較於其他生物類群，兩棲類入侵種近年來才開始受到注目，相關研究仍不多(Ernst *et al.* 2011)。然而外來種的引入卻是全球 30%兩棲類受到滅絕威脅的主因(Baillie *et al.* 2004)。

著名的例子包括海蟾蜍(*Rhinella marinus*)因生物防治的目的引入澳洲，由於其廣食性、具有毒性、做為病原體載體等特性，使得當地生態系統受威脅。波多黎各樹蛙(*Eleutherodactylus coqui*)最初隨著園藝植物的貿易意外被引進到夏威夷，而後亦隨著園藝植物的貿易在夏威夷群島間擴散。同樣因其廣食性與高族群密度，對當地原生種無脊椎動物產生危害(Beard *et al.* 2008)；也因其大量的排泄物和屍體，增加了該地養分循環速率且提高土地營養鹽濃度的作用，不利於已適應低營養鹽環境的原生植物與外來植物競爭，最後將可能導致外來植物的大量擴散(Sin *et al.* 2008)，進而改變生態環境(Beard and Pitt 2005; Sin *et al.* 2008)。美洲牛蛙(*Lithobates catesbeianus*)在美國西南部因捕食、攜帶病原體(Lever 2003)或因人為棲地破壞導致加州紅腿蛙(*Rana draytonii*)等原生蛙類與之產生資源上的競爭(D'Amore *et al.* 2010)，造成 5 種以上原生兩棲類族群衰退(Pearl *et al.* 2004)。

斑腿樹蛙(*Polypedates megacephalus*)屬於泛樹蛙屬(*Polypedates*)，在臺灣與其最相近的原生種為布氏樹蛙(*P. braueri*)。斑腿樹蛙及布氏樹蛙同屬於白領樹蛙複合種群(*Polypedates leucomystax* species complex)，白領樹蛙複合種群內有許多隱藏種(cryptic species)，很不容易分類(Matsui *et al.* 1986)。分布於臺灣的布氏樹蛙族群的學名曾多次變更，Matsui 等在 1986 年根據聲音及核型，建議將分布於臺灣的族群學名從 *P. leucomystax* 改成 *P. megacephalus*，*P. megacephalus* 是 Hallowell 在 1861 年根據採集自香港的標本命名為新種。國立自然科學博物館周文豪副館長在 2004 年提出分布於臺灣的白領樹蛙複合種群族群之學名不是 *P. megacephalus*，可能是 1911 年以採集自臺灣標

本命名的 *P. braueri*，他將其稱之為布氏樹蛙。Kuraishi *et al.* (2011)比對臺灣及香港兩地白領樹蛙複合種群之 DNA 序列、聲音及外型特徵後，確認兩種不同，分布於臺灣的白領樹蛙複合種群族群不是 *P. megacephalus*，應該是 *P. braueri*。臺灣原生種布氏樹蛙的學名種小名曾歷經 *braueri*、*leucomystax* 及 *megacephalus*，最後還是恢復到最開始的 *braueri*。

斑腿樹蛙在臺灣最早是在 2006 年由林正雄先生於其臺中市梧棲區的家中發現，是林先生從彰化縣田尾鎮帶水生植物回家時，意外引入其蝌蚪，之後變態成樹蛙；他原認為這種樹蛙是與其外型相似的臺灣原生種布氏樹蛙。經過 DNA 序列與外型研究，張(2008)發現這種樹蛙與臺灣原生種布氏樹蛙在遺傳距離與外部型態上有顯著差異，雄蛙的求偶叫聲也顯著不同，確認這種來自彰化縣田尾鎮的樹蛙是香港也有分布的斑腿樹蛙，推測其為近期引入田尾的族群，田尾族群來源不詳。2010 年兩棲類保育志工詹見平通報臺中市石岡區土牛村發現斑腿樹蛙，之後陸續有志工在新北市的八里區、觀音山、新莊區和蘆洲區；桃園縣鶯歌鎮和龜山鄉等地發現其蹤跡。斑腿樹蛙由於在臺灣發現時間較晚，相關研究較少，而且和原生種布氏樹蛙同屬於不易分類的白領樹蛙複合種群，很容易被誤認。雖然張(2008)認為斑腿樹蛙有可能是近期引入的族群，但來源不詳，且因白領樹蛙複合種群物種外型都很像，過去可能誤判，有必要針對其分布現況進行調查，並藉由比對斑腿樹蛙在臺灣的分布現況資料與其相似種布氏樹蛙歷史分布資料，探討早期被誤認為布氏樹蛙的斑腿樹蛙為原生種之可能性。

材料與方法

一、斑腿樹蛙

斑腿樹蛙原產於香港、中國南部、印度東北部和越南北部等地區，雄蛙體長約5cm，雌蛙約7.4cm，雌蛙體型明顯比雄蛙大(吳等2010)。吻端尖，鼓膜明顯，背部深褐色、褐色

或淺褐色，帶有縱條紋、斑點、X 或「又」字型花紋，個體間變化很大。四肢有黑色橫帶，後肢趾間有蹼，前肢指間沒有蹼。腹部白色，腹側有網狀花紋。大腿內側有黑色網狀斑，網紋較粗，類似黑底白點狀。與原生種布氏樹蛙相較，兩者外型相似，但布氏樹蛙吻端較鈍、大腿內側的網紋較細，以白底黑線為主(圖1)。

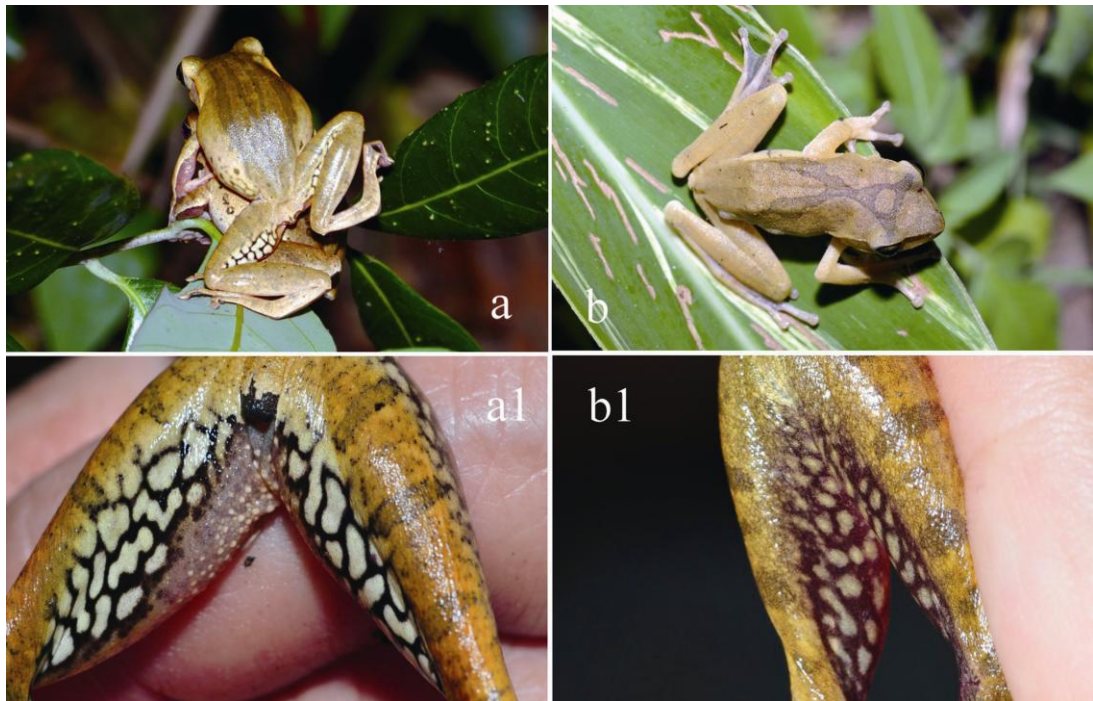


圖 1. 斑腿樹蛙與布氏樹蛙外型。(a)布氏樹蛙背部花紋多呈條紋狀；(b)斑腿樹蛙背部花紋多呈 X 型；(a1)布氏樹蛙大腿斑紋為白底黑線，白色面積較多；(b1)斑腿樹蛙大腿斑紋為黑底白點，黑色面積較多。

Fig. 1. Morphological differences between *Polypedates megacephalus* and *P. braueri*. (a) The dorsal pattern of most *P. braueri* contains stripe, (b) The dorsal pattern of most *P. megacephalus* bears a "X", (a1) The color pattern of the thighs of *P. braueri* is black lines against white background, (b1) The color pattern of the thighs of *P. megacephalus* is white spots against black background.

斑腿樹蛙生殖力及卵發育相關資料如表 1，與布氏樹蛙比較，斑腿樹蛙產卵量明顯多於布氏樹蛙，且繁殖期較長，產卵頻度較高。

斑腿樹蛙的棲地環境為海拔 570m 以下的開墾地，偏好利用農用蓄水池、水桶進行繁殖(楊等 2012)，與布氏樹蛙在低海拔的平地與森林靜水

域繁殖略有不同(張 1989)。

二、分布現況調查

分布現況調查期間為2012年1月至12月，分為三類：兩棲類保育志工普查、一般民眾通報與方格系統調查。兩棲類保育志工團隊普查由臺灣各地具有獨立調查與蛙種辨識能力的志工團隊進行，樣區的地點為志工自行選定。志工團隊完成調查後會將調查資料上傳至臺灣兩棲類資源調查資訊網(<http://tad.froghome.org>)，並由東華大學兩棲類保育研究室每個

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，並由研究室人員協同前往進一步調查確認。一般民眾若發現疑似斑腿樹蛙，可直接寫信至通報信箱(froghome@mail.ndhu.edu.tw)，或於臺灣兩棲類保育志工團隊的Facebook平台(<http://www.facebook.com/groups/froghome/>)通報。兩棲類保育研究室每日皆會收信與瀏覽貼文，若發現有疑似斑腿樹蛙的通報，即與貼文者聯絡並前往調查確認。

表 1. 斑腿樹蛙與布氏樹蛙生殖力與卵發育比較

Table 1. Comparison of fecundity and egg development between *Polypedates megacephalus* and *P. braueri*

	<i>Polypedates megacephalus</i>	<i>Polypedates braueri</i>
Breeding season	Feb. to Oct.	Apr. to Oct.
Clutch sizes	639±291	349
Clutch deposition intervals (days)	31	32
Clutch deposition frequencies (number per year)	5	2-3
Hatching days	5.8±1.6	4-6
References	(吳等 2010)	(張 1989)

表 2. 各方格系統斑腿樹蛙分布比例

Table 2. Occupancy percentage of *Polypedates megacephalus* in grid systems

Name of grid systems	Number of grids	Number of grids with <i>P. megacephalus</i>	Occupancy percentage
Guanyinshan	48	25	52.1
Linkou	41	21	51.2
New Taipei City	51	21	41.2
Taoyuan	27	7	25.9
Xinshe	35	21	60
Dadu Mountain	9	5	55.6
Tianwei	48	20	41.7
Yunlin	18	1	5.6
Pingtung	9	3	33.3

方格系統調查是以 2011 年 34 個斑腿樹蛙分布點為基礎(楊等 2012)，於每個點各劃設 9 個 1km X 1km 的方格系統。畫法為以分布點為中心方格，以“米”字形往外各劃設一個 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。全臺灣方格系統劃設完畢共計 286 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，因此全臺灣斑腿樹蛙方格系統由北往南可以分為 9 個分區(圖 2、表 2)。方格系統調查由兩棲

類保育研究室與兩棲類保育志工團隊進行，每個方格皆於斑腿樹蛙繁殖期間(4 月至 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環境(菜園、竹林、溼地等)設為樣點，並記錄樣點的 WGS84 經緯度座標。調查時記錄出現的蛙類與環境類型，所有方格資料皆會上傳至臺灣兩棲類資源調查資訊網，除了確認斑腿樹蛙分布範圍，並可作為未來評估擴散的基礎。

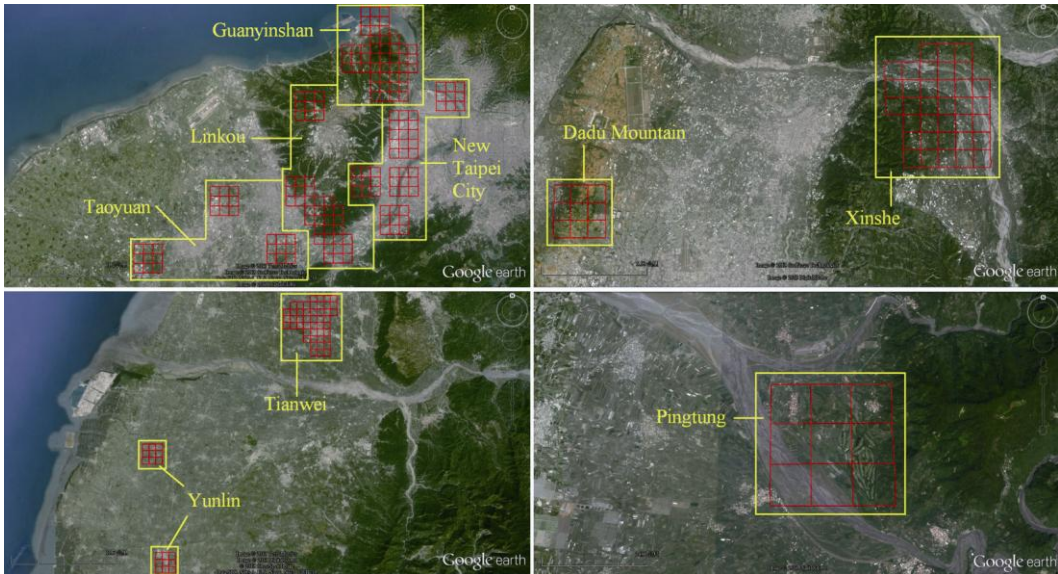


圖 2. 全臺灣斑腿樹蛙調查方格系統。由北往南依序為左上、右上、左下、右下。

Fig. 2. The investigation grid systems of *Polypedates megacephalus* in Taiwan. From north to south: upper left, upper right, lower left to lower right.

三、分布資料比對

使用 2006-2012 年斑腿樹蛙的分布點與布氏樹蛙歷史調查資料進行疊合比較，若斑腿樹蛙在早期被誤認為布氏樹蛙，則其分布點應會與布氏樹蛙重疊。布氏樹蛙歷史調查資料來源為潘(1997)歸納的兩棲類分布資料庫。此資料庫統整了 1982-1990 年國立臺灣師範大學呂光

洋教授以及國立自然科學博物館周文豪副館長兩位研究兩棲類的學者於臺灣各地進行調查的資料，因此資料庫應具有極高的可信度。資料庫總計有 26 種蛙類，分布資訊以 2km×2km 的方格系統呈現，全臺灣共劃設 9,388 個方格，其中 1,273 方格有調查資料，約占臺灣面積 13.6%。布氏樹蛙歷史調查資料如

圖 3。歷史資料比對步驟如下：1.使用 ArcGIS 的 Georeference 功能，將布氏樹蛙 2km×2km 方格歷史分布圖數化成圖層(layers)。2.將 2006-2012 斑腿樹蛙分布點與 2km×2km 的方格系統進行結合。此方格系統與潘(1997)分布資料庫所使用的相同。3.將布氏樹蛙歷史分布方格與斑腿樹蛙分布方格進行疊合。資料分析除了計算兩者之間的重疊度，也計算"過去有進行調查，沒有發現布氏樹蛙，但之後有發現斑腿樹蛙"的比例。若兩種分布重疊比例低，且過去調查沒有發現布氏樹蛙但之後有發現斑腿樹蛙的比例高，則表示斑腿樹蛙是早已存在於臺灣的原生種但被誤認為布氏樹蛙的可能性低，外來種可能性高。

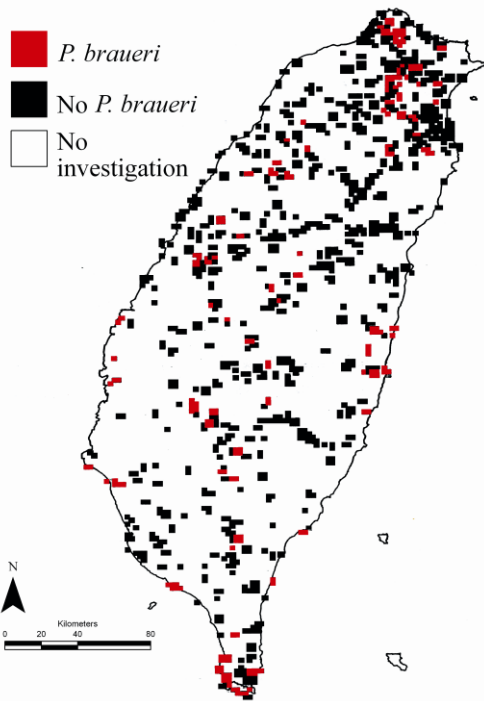


圖 3. 布氏樹蛙(紅色方格)歷史分布紀錄，改繪自潘(1997)。

Fig. 3. Historical distribution records of *Polypedates braueri* (red pixels: *P. braueri* distribution; black pixels: no *P. braueri* distribution), as modified from Pan (1997).

結果與討論

一、斑腿樹蛙分布現況

2012 年共計有 39 個兩棲類保育志工團隊於 911 個樣區進行調查，調查到 33 種蛙類，若以 2km×2km 方格系統呈現，約涵蓋臺灣面積之 3.8%(356/9,388)；但若以斑腿樹蛙分布海拔 0-600m 做為全島普查範圍，有調查資料的面積則佔 6.1%(297/4,860)。911 個樣區中有 229 個樣區(25.1%)發現斑腿樹蛙(圖 4)，且其中有 185 個樣區(80.7%)發現隻次以斑腿樹蛙最多，顯示斑腿樹蛙在多數的分布地區已成為優勢種。229 個有斑腿樹蛙的樣區多位於新北市(150 個，65.5%)及臺中市(55 個，24%)。一般民眾通報紀錄共計 28 筆，其中 24 筆確認有斑腿樹蛙分布、4 筆為誤認；通報時間集中在 4 月至 10 月斑腿樹蛙較容易被看到或聽到鳴叫的繁殖期。在方格系統調查部分，9 個分區 286 個調查方格中，有 124 個方格調查到斑腿樹蛙(43.3%)，除了雲林縣的褒忠北港分區外，其餘分區斑腿樹蛙分布的比例皆超過 25%，分布最廣泛的為臺中市新社石岡分區，達到 60%(表 2)。綜合志工普查、民眾通報與方格系統調查結果，斑腿樹蛙目前分布於臺北市、新北市、桃園縣、臺中市、彰化縣、雲林縣與屏東縣。楊(2012)也指出斑腿樹蛙出現環境為平地至低海拔的人為開墾環境，在其分布地區具有族群量高、分布廣泛的特性，且多為當地的優勢物種。

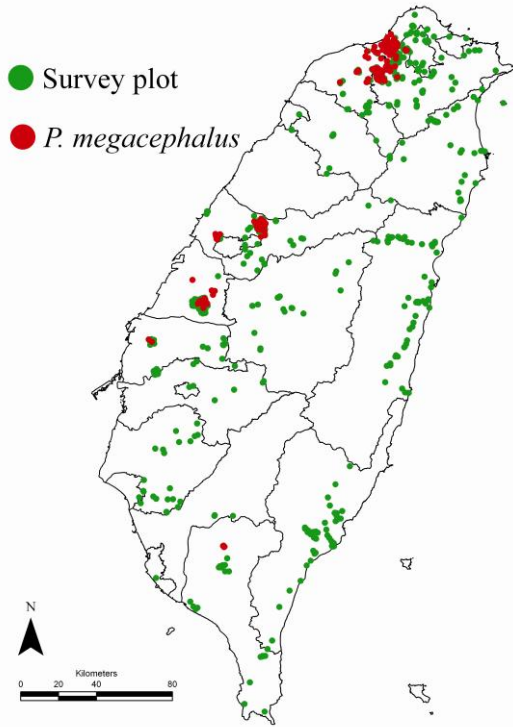


圖 4. 兩棲類保育志工普查樣區(綠點)及斑腿樹蛙(紅點)分布圖。

Fig. 4. Survey plots by amphibian conservation volunteers (green dots) and the distribution of *Polypedates megacephalus* (red dots).

二、分布資料比對與推論斑腿樹蛙為臺灣外來蛙種之可能性

將 2006-2012 斑腿樹蛙分布方格與 1982-1990 布氏樹蛙歷史分布方格進行疊合(圖 5)。在布氏樹蛙分布的 363 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。而在斑腿樹蛙分布的 87 個方格中，有 35 個(40.2%)是 1982-1990 年曾有調查，但未發現布氏樹蛙。根據分布現況分析結果，斑腿樹蛙在多數分布地區是很容易被發現的優勢種，因此若斑腿樹

蛙之前被誤認為布氏樹蛙，應不會有如此高比率的方格是之前未發現布氏樹蛙，現在才記錄到斑腿樹蛙。

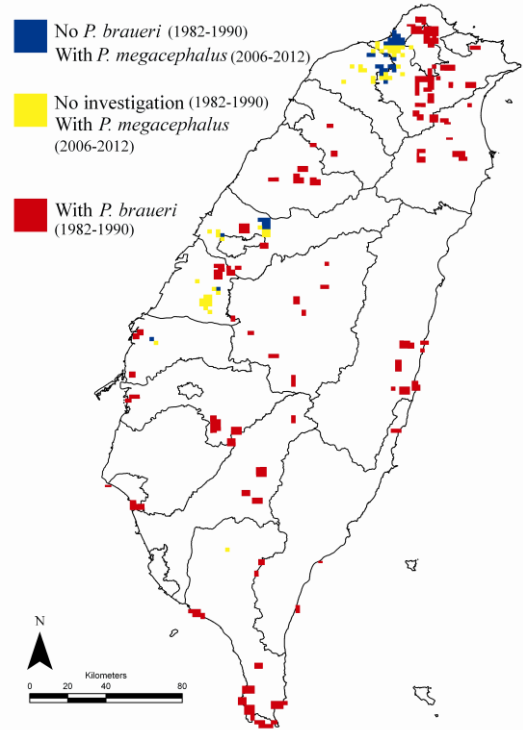


圖 5. 斑腿樹蛙(藍色及黃色方格)與布氏樹蛙歷史分布(紅色方格)比較結果。

Fig. 5. Comparison result between recent *Polypedates megacephalus* records (blue and yellow pixels) and historical *P. braueri*' records (red pixels).

兩棲類保育志工團隊自 2003 年成立以來，已進行 10 年的蛙類普查，許多樣區也已進行 2 年以上的定期監測。在 2006-2012 年的斑腿樹蛙分布點中，有 3 個點即位於兩棲類保育志工團隊監測樣區。這些分布點分別為新北市新莊區十八份坑溪、新北市新莊區新莊水源

地、彰化縣埔鹽鄉稻香生態農園。十八份坑溪與新莊水源地，分別自 2010 年 1 月和 2009 年 5 月開始，每月進行一次的調查，這兩個地點都在 2012 年 3 月時發現斑腿樹蛙並通報確認。稻香生態農園則是自 2008 年開始，每季(1、4、7、10 月)進行一次調查，並於 2012 年 5 月時發現斑腿樹蛙。由於這三個地方的調查時間長、頻度高且調查期間皆未發現布氏樹蛙，因此可以排除誤認，確認這三地的斑腿樹蛙為近期引入的族群。

除了志工調查資料外，藉由實際訪談也確認臺中市梧棲區、臺中市石岡區、臺中市臺中都會公園的斑腿樹蛙族群的來源。梧棲與臺中都會公園的族群來源皆為彰化縣田尾鄉，在引入水生植物時意外夾帶斑腿樹蛙進入，而石岡的族群則是從梧棲再經由人為引入。因此不論從歷史分布資料比對、志工監測資料和實際訪談，皆顯示有非常高的可能性斑腿樹蛙為近期引入臺灣的外來種，而不是早期被誤認為布氏樹蛙的原生種。但因為不論歷史資料或 2012 年志工調查資料，調查的資料量及涵蓋的臺灣面積都不夠多，這可能導致誤差。未來可持續運用志工在全臺灣進行調查，累積充足的資料進一步分析。

三、斑腿樹蛙族群擴散與控制

臺灣在 2006 年之前確定的外來入侵種蛙類有 2 種，分別為美洲牛蛙與亞洲錦蛙(*Kaloula pulchra*)。Hayes and Barry (2008)和 Bomford (2003)皆指出，外來物種引入至新地點後，該外來種能否成功入侵有幾個關鍵因子：新地點與該外來種全球其他分布地氣候相似程度高、有成功入侵其他地區的紀錄、繁殖能力強。美洲牛蛙已知入侵歐洲及亞洲許多地區 (Lever 2003)，1951 年作為食用而自美洲引入

臺灣，而後因管理不當逃逸及刻意放生於野外，目前於全島零星分布，野外族群量不高。廣泛分布於中國南方、從緬甸至尼泊爾、印度南方、斯里蘭卡、馬來西亞的亞洲錦蛙，曾有入侵新加坡、婆羅洲和菲律賓等地紀錄 (Lever 2003)，臺灣則為 1998 年於高雄市小港區鳳山水庫發現，可能隨著原木漂流或是寵物遭棄養而入侵臺灣(楊等 2005)，憑藉其高繁殖力(平均每次產卵 4785.1±1644.75 顆)與高度適應人為開墾環境(侯等 2011)，不同族群在經歷不同的環境壓力，已產生溫度耐受差異(馮等 2012)，讓亞洲錦蛙能適應臺灣氣候環境，至今分布範圍已往南擴散到恆春半島，往北達雲林一帶。斑腿樹蛙目前雖然無法確認是否曾入侵其他國家，但其原產地(華南、香港、海南島等)氣候條件與臺灣相似，且繁殖能力強，吳等 (2010)發現斑腿樹蛙一年平均產卵頻度可達 5 次，每次產卵平均 639 粒，跟臺灣 4 種原生種樹蛙(布氏樹蛙、艾氏樹蛙、翡翠樹蛙與莫氏樹蛙)相較，斑腿樹蛙平均產卵間隔最短，但產卵次數與卵粒卻是最多，這有利於斑腿樹蛙在臺灣的生存。Reed(2005)比較了外來種鳥類、魚類與兩棲爬蟲類的入侵能力，發現相較於鳥類或魚類，兩棲爬蟲類因為其壽命較長與子代較多，不太需要依賴大規模或多次的引入便可建立其野外族群。這也是斑腿樹蛙在經由苗木、水生植物夾帶或刻意引入人為開墾環境後，即可成功建立族群，並快速擴散的原因之一。

人為破壞會改變原生棲地環境，產生新的生態區位(ecological niche)，這些區位成為外來種在野外建立族群的管道，適應並存活下來的外來種便可能藉由快速擴散與建立族群成為入侵種。Lodge(1993)、Rejmanek and Richardson (1996)指出即使外來種不太有競爭力，仍可能會藉由快速入侵有空缺的區位，對原生的群聚

結構產生影響。侯等(2006)指出亞洲錦蛙的繁殖棲地多為人工靜水域，例如蓄水池或是積水不流動的水溝，且在大雨時蝌蚪可能透過排水系統擴散。斑腿樹蛙與亞洲錦蛙相同，皆具有高度適應人為開墾環境特性，斑腿樹蛙目前出現棲地為菜園、果園等人為開墾環境(楊2012)，這類環境在臺灣西部平地至低海拔地區都相當常見，導致斑腿樹蛙至今仍持續擴散。Peterson *et al.*(2013)也發現，人為活動所產生的永久性水域環境，是造成外來種美洲牛蛙的擴散的原因之一，若減少永久性水域環境，可以藉此控制美洲牛蛙族群。從以上結果建議，在外來種斑腿樹蛙分布地區，若能積極減少人為開墾活動產生的永久性水域，並避免其藉由排水系統擴散，將有機會控制斑腿樹蛙族群在臺灣的分布，降低其對臺灣原生蛙類群聚之影響。

未來除了在已確認斑腿樹蛙的分布區進行控制外，藉由志工或一般民眾協助進行通報與監測也很重要，如此將能更有效率的找到新入侵地及掌握擴散方向，以便能及早進行相關保育措施，降低控制成本。

謝 誌

感謝兩棲類保育志工協助野外調查，農委會林務局經費補助，計畫編號 100 林發-07.1-保-26(6)、101 林發-07.1-保-33(3)。

引用文獻

吳和瑾、林春富、葉大詮、呂光洋。2010。圈養狀況下之斑腿樹蛙生活史。臺灣生物多樣性研究 12(2): 177-186。
侯平君、杜銘章、蕭之維、韋昕林。2006。入

侵亞洲錦蛙與沙氏變色蜥之族群分布調查期末報告。行政院農業委員會林務局。
侯平君、陳清旗、陳麗文。2011。外來入侵種族群控制與監測計畫—亞洲錦蛙期末報告。行政院農業委員會林務局。
張天佑。2008。臺灣區內白額樹蛙複合種群 (*Polypedates leucomystax* species complex) 族群遺傳結構與分類地位之探討。國立臺灣師範大學生命科學研究所碩士論文。
張淑美。1989。白額樹蛙生殖行為之研究。國立臺灣大學動物研究所碩士論文。
馮湘婷、陳清旗、侯平君、張原謀。2012。不同族群外來種亞洲錦蛙 (*Kaloula pulchra*) 成體溫度耐受性之比較。環境與生態學報 5 (1): 17-28。
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、向高世、李鵬翔、李承恩。2005。臺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、李承恩、龔文斌、秦健璋、陳立瑜、陳建志。2012。外來種斑腿樹蛙控制與監測計畫期末報告。行政院農業委員會林務局。
潘彥宏。1997。臺灣無尾目兩生類之空間分布模式。國立臺灣大學動物學研究所碩士論文。
Baillie, J. E., C. Hilton-Taylor and S. N. Stuart. 2004. IUCN Red List of threatened species. A global species assessment. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, United Kingdom.
Beard, K. H. and W. C. Pitt. 2005. Potential consequences of the coqui frog invasion in

- Hawaii. Diversity and Distributions 11:427–433.
- Beard, K. H., R. Al-Chokhachy, N. C. Tuttle and E. M. O’Neill. 2008. Population density and growth rates of *Eleutherodactylus coqui* in Hawaii. Journal of Herpetology 42:626–636.
- Bomford, M. 2003. Risk assessment for the import and keeping of exotic vertebrates in Australia. Bureau of Rural Sciences, Canberra, Australia.
- D’Amore, A., V. Hemingway and K. Wasson. 2010. Do a threatened native amphibian and its invasive congener differ in response to human alteration of the landscape? Biological Invasions 12:145–154.
- Ernst, R., D. Massemin and I. Kowarik. 2011. Non-invasive invaders from the Caribbean: the status of Johnstone’s whistling frog (*Eleutherodactylus johnstonei*) ten years after its introduction to Western French Guiana. Biological Invasions 13:1767–1777.
- Hayes, K. R. and S. C. Barry. 2008. Are there any consistent predictors of invasion success? Biological Invasions 10:483–506.
- Kuraishi, N., M. Matsui, H. Ota and S.-L. Chen. 2011. Specific separation of *Polypedates braueri* (Vogt, 1911) from (Hallowell, 1861) (Amphibia: Anura: Rhacophoridae). Zootaxa 2744:53-61.
- Lever, C. 2003. Naturalized reptiles and amphibians of the world. Oxford University, New York.
- Lodge, D. M. 1993. Biological invasions-lessons for ecology. Trends in Ecology and Evolution 8(4):133–137.
- Matsui, M., T. Seto and T. Utsunomya. 1986. Acoustic and karyotypic evidence and for species separation of *Polypedates megacephalus* from *P. leucomystax*. Journal of Herpetology 20(4):483-489.
- McNeely, J. 2001. Invasive species: a costly catastrophe for native biodiversity. Land Use and Water Resources Research 1(2):1–10.
- Pearl, C. A., M. J. Adams, R. B., Bury and B. McCreary. 2004. Asymmetrical effects of introduced bullfrogs (*Rana catesbeiana*) on native ranid frogs in Oregon. Copeia 2004(1):11-20.
- Peterson, A. C., K. L. Richgels, P. T. Johnson and V. J. McKenzie. 2013. Investigating the dispersal routes used by an invasive amphibian, *Lithobates catesbeianus*, in human-dominated landscapes. Biological Invasions (online first) DOI 10.1007/s10530-013-0442-y.
- Reed, R. N. 2005. An ecological risk assessment of nonnative boas and pythons as potentially invasive species in the United States. Risk Analysis 25: 753-766.
- Rejmanek, M. and D. M. Richardson. 1996. What attributes make some plants species more invasive? Ecology 77(6):1655–1661.
- Sin, H., K. H. Beard and C. P. William. 2008. An invasive frog, *Eleutherodactylus coqui*, increases new leaf production and leaf litter decomposition rates through nutrient cycling in Hawaii. Biological Invasions

10:335–345.

Vermeij, G. J. 1996. An agenda for invasion biology. *Biological Conservation* 78:3-9.