

行政院農業委員會林務局補助計畫 98-林發-02.1-保-24(2)號

■公開

□限閱

外來入侵種族群控制與監測計畫—亞洲錦蛙（二）

Controlling and monitoring population of the invasive frog,

*Kaloula pulchra*, in Taiwan (II)

執行單位：國立成功大學生命科學系

研究主持人：侯平君

研究人員：陳清旗

中華民國 九十九年 二月 十日



林務局補助計畫 98-林發-02.1-保-24(2)號

外來入侵種族群控制與監測計畫－亞洲錦蛙（二）

侯平君

民國九十九年二月

## 中文摘要

關鍵字：亞洲錦蛙、入侵種、兩棲類、族群監測、移除

亞洲錦蛙(*Kaloula pulchra*)原產於台灣以外的東南亞地區，近年發現在南台灣的台南縣、高雄縣市與屏東縣地區建立了龐大的族群。本年度的目標主要是：(1) 更進一步的瞭解其分佈動態；(2) 學習新的族群估算模式；(3) 進行族群抑制成效的評估；(4) 探討其生殖行為，以建立可廣泛應用之族群抑制方法；(5) 辦理教育宣導活動，以協助往後的監測與移除工作之進行；並(6) 維護通報系統，以迅速掌握亞洲錦蛙之分佈情形。

本年度的調查範圍橫跨台南、高雄與屏東區域，南北約 100 公里，東西約 50 公里，共設立了 217 個調查樣點，其中有 18 個樣點發現有亞洲錦蛙的分佈，目前已知其分佈範圍，北至台南縣山上鄉，南抵屏東縣新園鄉，相較於先前所知的分佈範圍，稍微往南北推展，不過，其族群的分佈主要還是集中在台南縣(歸仁、關廟及龍崎鄉)、北高雄(都會公園附近到梓官鄉)、南高雄(鳳山、林園鄉)及屏東縣(內埔和萬巒鄉)一帶。本年度的調查範圍，已涵蓋了亞洲錦蛙尚未分佈的區域(如麻豆、官田)，未來應持續的在相同的樣點進行監測調查，以瞭解亞洲錦蛙的分佈範圍是否有擴大的現象。

在九月份，我們邀請了紐西蘭籍學者 Dr. Darryl MacKenzie 來台舉行一場 5 天的棲地佔據模式(occupancy model)統計研習營，講授其原理及應用，我們亦將本年度的調查資料，以此模式進行估算，結果發現：亞洲錦蛙在南台灣地區的棲地佔有率與偵測率的模式平均值分別為  $0.1015 \pm 0.0276$  與  $0.4595 \pm 0.1021$ ，此估算數值將可作為長期監測比較的重要基礎；而以 2007-2009 年均有調查的 54 個樣點進行分析發現，亞洲錦蛙的棲地佔據率雖有逐年增加的趨勢，但統計上並未達顯著水準，顯示其族群呈穩定狀態。

我們在高雄市都會公園與鳳山水庫捕捉了 66 隻個體，並收集其趾骨進行趾骨鑑齡的工作，發現趾骨休長線(lines of arrested growth; LAGs)的數目最高為 6 條，但因為大部分個體均為幼蛙，並無趾骨休長線或不明顯。我們將 2008 年的資料與本年度合併，由休長線數目與體長的關係圖上發現，擁有同一數目休長線的個體體長變異相當大，不過，亞洲錦蛙在變態 1 年後即可成長至性熟，其生殖潛力不容忽視。

本年度僅收集到 5 隻雄蛙的鳴叫聲音，因此亞洲錦蛙生殖行為的探討，將在未來的年度工作中再持續完成。

2008 年所建置的亞洲錦蛙調查網站，在本年度中亦持續維護，作為與民眾訊息交流的窗口，並在台南麻豆、高雄市與屏東縣地區各舉辦 1 場培訓講習活動，共有 62 位志工完成訓練，未來可能可以協助大範圍的監測調查與移除工作。

## 英文摘要

Keywords: Asiatic painted frog, invasive species, amphibian, monitoring, population control

The Asiatic painted frog (*Kaloula pulchra*) was originally distributed in the Southeast Asia except Taiwan. However, this species has established in the fields of southern Taiwan in recent years. The purposes of this project are (1) to know the distribution of Asiatic painted frog, (2) to hold a statistic workshop of occupancy model, (3) to estimate the effect of removal on age structure of the population, (4) to investigate the acoustic communication and reproductive behaviors as the basis for population control, (5) to train volunteers for population control and monitoring studies, and (6) to maintain the website about the invasion of Asiatic Painted Frog.

In the past year, we surveyed a wide area across Tainan, Kaohsiung and Pingtung counties, and found Asiatic painted frogs in 18 of the 217 survey sites. The range of distribution was more expensive than we knew before. The dynamics of Asiatic Painted Frog should be monitored continuously to know if their populations are expanding.

In September, the occupancy model workshop was held in Tainan. And we leaned the principles and applications of occupancy estimation from Dr. Darryl MacKenzie, who took parts of the model development. Therefore, the population status of Asiatic Painted Frog was estimated with occupancy model. Their model-averaged occupancy rate and detection probability were  $0.1015 \pm 0.0276$  and  $0.4595 \pm 0.1021$ , respectively. And the estimations will be an important basis for further monitoring comparison.

A total of 66 frogs were captured from Kaohsiung City Park and Fengshan Reservoir. The phalange bones for skeletochronology were collected from the 66 individuals. However, most of the individuals were subadults and had no line of arrested growth (LAG). Combining the data of LAGs and body length from 2008 and 2009, we found a wide range variation of body length for each number of LAG. However, it reveals the Asiatic Painted Frogs may be mature in one year after the metamorphosis.

More efforts were paid to the survey of distribution pattern of the Asiatic Painted Frogs in the first few months of the project, therefore acoustic data was recorded from only five male individuals since fewer emergences can be found after August of 2009. Further investigation of reproductive behavior will be carried out in the next year.

A website was maintained to provide the exchange of information about the distribution and events that had been held. Training courses were held in Tainan County, Kaohsiung City and Pingtung County, a total of 62 volunteers participated. Future assistances can be anticipated for the larger scale survey and removal.

## 目錄

|                  |     |
|------------------|-----|
| 中文摘要             | I   |
| 英文摘要             | III |
| 目錄               | V   |
| 表目錄              | VI  |
| 圖目錄              | VII |
| 一、前言             | 1   |
| 二、研究目的           | 4   |
| 三、研究材料及方法        | 5   |
| 四、結果與討論          | 9   |
| 五、建議             | 13  |
| 六、參考文獻           | 14  |
| 附錄一、各調查樣點座標      | 27  |
| 附錄二、亞洲錦蛙各樣方的調查結果 | 31  |
| 附錄三、亞洲錦蛙志工培訓活動照片 | 32  |

## 表目錄

|   |              |
|---|--------------|
| 表一、以單季模式估算 2009 年台灣西南部亞洲錦蛙棲地佔據的模式選擇結果     | • • • • • 17 |
| 表二、以多季模式估算 2007-2009 年臺灣南部亞洲錦蛙棲地佔據的模式選擇結果 | • • • 18     |



## 圖目錄

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 圖一、2009 年亞洲錦蛙分佈調查的樣點分布地圖           | 19 |
| 圖二、台灣南部亞洲錦蛙 2007-2009 年間重複調查的樣點分布圖 | 20 |
| 圖三、台灣南部亞洲錦蛙 2007-2009 年在各區域的棲地佔有率  | 21 |
| 圖四、亞洲錦蛙體長與趾骨休長線數目的關係圖              | 22 |
| 圖五、亞洲錦蛙叫聲的波形圖與頻譜圖                  | 23 |
| 圖六、2009 年外來種亞洲錦蛙防除宣導海報             | 24 |
| 圖七、防治入侵種亞洲錦蛙的解說摺頁                  | 25 |
| 圖八、亞洲錦蛙資訊網畫面                       | 26 |

## 一、前言

人類在世界各地的交通貿易往來日益頻繁，這些活動有意無意間增加了動植物及微生物在世界各地非自然力的擴張。這些出現在之前未分布地區的非本地的物種我們稱為外來種。外來種若是在被引入的地區建立自然族群，即成為入侵。外來種許多是人類有意引進作為經濟作物，例如：全球有將近 20 種非原生地植物，是重要的農作糧食來源 (Mooney, 2005)，或是作為漁獵對象、寵物娛樂、食物牲畜、農業利用或生物防治等。這些有意引進和其它無意間引進的外來種造成嚴重危害的機率並不會很高：大約 100 種引入後會有 10 種有機會生存下來，而只有 1 種可能成為有害生物 (Cox, 1999)。但是這少數的一兩種可能會造成極大的問題 (Williamson, 1996)。外來入侵種在當地不但會影響自然演化的過程，干擾生態系及群聚，造成農林漁牧及經濟上的重大損失，甚至威脅人類的健康財富 (Mooney, 2005; Wittenberg and Cock, 2001)。此外，外來種的引入是全球生物多樣性流失的原因之一 (Wilcove *et al.*, 1998; Mack *et al.*, 2000)。外來種對本地物種可藉由捕食、競爭、引入傳染疾病、和本地物種交配及擾動物理或化學生態環境等不同機制衝擊原生物種的生存 (White and Harris, 2002)，嚴重時甚至會改變或危及當地的生態體系。在美國，野外族群數下降至瀕臨絕種及受威脅程度的 958 種物種中，約有 400 種 (42%) 的發生原因和外來種的入侵有關 (Pimentel, 2002; Wilcove *et al.*, 1998)。因為島嶼生態系對外來種的抵抗力特別差，所以外來種對島嶼生態系生物多樣性的威脅更是嚴重 (Whittaker, 1998)。

當外來種在當地建立小族群後，常會進入一陣潛伏期，和大量爆發產生危害有一段時間差。這潛伏期在植物可由幾年到 20 年，甚至長達 300 年 (Wade, 1997)。例如切葉起絨草 (*Dipsacus laciniatus*) 早在 1800 年就由歐洲移民帶至北美洲 (Solecki, 1993)，直到 1900 年中期，其範圍仍限制在紐約州北部，但過去數十年其迅速擴散至中西部幾個州，且形成濃密族群排擠其他植物。動物也有相同的狀態，例如棕樹蛇 (*Boiga irregularis*) 於二次大戰期間引入關島，直到數十年後才產生嚴重破壞。所以，不可因為入侵族群尚小或局限分布而輕忽。

外來種兩棲動物所引發的負面衝擊案例雖較少，歷史也較短，但其造成的影響卻不容

輕忽。著名的例子包括海蟾蜍 (*Bufo marinus*) 引入澳洲造成的危害以及波多黎各樹蛙 (*Eleutherodactylus coqui*) 引進夏威夷所產生的影響。海蟾蜍在 1935 年被引入澳洲為了防治甘蔗害蟲 (Lever, 2001)，結果不但沒有控制害蟲，反而成為有害生物。海蟾蜍因為皮膚分泌物有毒，對貓狗等寵物、人類以及當地的捕食者 (如：蛇類、哺乳類) 造成威脅 (Phillips *et al.*, 2003)。此外，因其食性廣泛、繁殖力高，也影響當地的生物多樣性以及養蜂業者 (Catling *et al.*, 1999; Crossland, 2000)。波多黎各樹蛙原產於加勒比海波多黎各島，約在 1988 年以前透過園藝貿易進入夏威夷，1994 年首度被報導出現在少數園藝苗圃，短短數年間族群迅速增加，到 2002 年已出現在 300 多個地點 (Kraus and Campbell, 2002)，某些地點的族群量更高達每公頃 50000 隻以上，是原產地密度的 2 倍多 (Woolbright *et al.*, 2006)。其捕食效應對當地的原生種昆蟲造成威脅，而大量的排遺，也改變了當地森林的養分循環速度以及植物的生長速率 (Sin *et al.*, 2008)。加上其叫聲宏亮 (相距 0.5 公尺約 80-90 dB)，影響安寧，使被入侵的住宅區房價下跌，造成居民經濟損失。波多黎各樹蛙入侵夏威夷雖然在很早期就已經發現，卻因主管單位人手與經費不足、防治行動遲緩以及不相信入侵會造成重大危害等因素，錯失根除的黃金時間 (Kraus and Campbell, 2002)。

和夏威夷同為島嶼的台灣，已知在野外建立族群的外來兩棲爬蟲類有：牛蛙 (*Rana catesbeiana*)、海蛙 (*Fejervarya cancrivora*) 和亞洲錦蛙 (*Kaloula pulchra*)。牛蛙早在日治時代就曾引進養殖，目前已是零散分布於全省郊區靜水池 (呂等, 1999; 楊, 1998)。海蛙雖然在日據時代的文獻中曾記載為台灣的蛙種，但因過去幾十年均未有發現紀錄，只於 2006 年在屏東縣東港及佳冬一帶被採集到，究竟是原生種亦或是入侵種，有待進一步確認。亞洲錦蛙又名花狹口蛙，原產於尼泊爾及印度東北部，向東分佈從緬甸、泰國到中國南部的廣東、廣西、雲南、海南島、香港等地，向南至馬來西亞及新加坡等地 (Inger, 1999)。亞洲錦蛙於原生棲地的垂直分佈高度侷限於海拔兩百公尺以下，是夜行性的兩棲類，白天大多躲藏於自己挖掘的土洞中或是樹皮縫內，而夜晚的出現和整年的生殖行為則與降雨有密切的關連。在新加坡，全年都有亞洲錦蛙的蹤跡，但大量出現在 2 月、6-12 月，這時期也是生殖鳴叫的高峰，而卵則出現在 2、6、7、10 及 11 月 (Berry, 1964)。除了原產地外，紐西蘭曾發現亞洲錦蛙躲藏於進口的木雕像中入境 (Gill *et al.*, 2001)。在台灣，亞洲錦蛙

於 1997 年於高雄縣鳳山水庫附近被發現；最近幾年陸續在台南縣關廟、高雄縣市、屏東縣林邊及內埔等地出現。目前已有台灣師大生科所梁高賓的碩士論文，對鳳山水庫之族群進行基礎生物學研究。其研究結果顯示：亞洲錦蛙成體活動範圍侷限在 100 m<sup>2</sup> 以內，利用的棲地類型相當廣泛，與黑眶蟾蜍的食性很類似，且所有研究個體的基因型完全相同，可能來自單一地區或單一雌性個體。有關其詳細的分佈及對本地生物多樣性及生態系的影響，則尚未有研究。

我們自 2005 年 4 月開始，接受農委會林務局的委託，對亞洲錦蛙在台灣的分佈進行調查。截至 2008 年，確認亞洲錦蛙主要分佈於台南縣（包括關廟、仁德與歸仁）、北高雄地區（高雄市都會公園一帶）、南高雄地區（包括小港、大寮、林園鄉等地）與屏東科技大學附近（內埔、萬巒），且族群數量龐大，另外，在高雄縣美濃鎮、杉林鄉和澄清湖地區也有零星分佈。由於亞洲錦蛙的分佈呈現不連續、局部地區有龐大族群的情形，除了被都會區及河流等地形阻隔外，人為主動散佈也是可能的原因。因此，入侵生物的教育宣導，實在刻不容緩。雖然目前亞洲錦蛙對本地物種及生態系沒有明顯的負面影響，以其高繁殖力與適應力的特質來看，仍是相當危險的入侵生物；若放任其族群快速擴張，可能產生的後果和損失實在難以預料。因此，研究抑制其族群的方法，以控制其族群擴張速率，亦有其必要性。另外，在接獲民眾發現亞洲錦蛙通報的地區，經實際調查後，往往都發現已存在相當龐大的族群，與相當廣泛的分佈，因此，建立一個全面性的監測範圍（包含未分佈的地區），才能有效率的掌握其族群擴張的情形。

## 二、研究目的

本計畫之全程目標為：研究抑制亞洲錦蛙族群量之方法，並配合民眾回報系統及志工團隊之建立，持續監測其分佈動態，以減緩族群擴增可能產生的衝擊。

本年度的主要工作目標為：（1）根據2005-2008年之通報及調查結果，持續對亞洲錦蛙的分布進行監測調查，以了解其野外族群分佈狀況與動態；（2）辦理棲地佔據模式（occupancy model）統計研習營，學習新的族群估算方法，以估算亞洲錦蛙分布變動情形；（3）持續對高雄都會公園之族群，進行移除及成效的評估；（4）探討干擾亞洲錦蛙生殖之方法（聲音誘集或聲音干擾），以建立可廣泛應用之族群抑制方法；（5）辦理教育宣導活動，並維持與志工的聯絡，以協助監測與移除工作之進行；（6）通報系統之維護，以迅速掌握亞洲錦蛙之分佈範圍。

### 三、研究材料及方法

#### 亞洲錦蛙分布調查與監測

(1) 調查範圍：以2005-2008年所調查到，已知有亞洲錦蛙分佈的區域為基礎，並延伸至周圍尚未知分佈（或可能未分佈）的地區，範圍北至台南縣的玉井鄉、官田鄉與麻豆鎮一帶；南至屏東縣的佳冬鄉、新埤鄉與枋寮鄉一帶；而往東則至高雄縣杉林鄉、美濃鎮與六龜鄉一帶，在此橫跨台南、高雄與屏東區域（圖一），南北約100公里，東西約50公里的大範圍中進行監測調查。

(2) 樣區選擇：在範圍內，我們選擇了217個調查樣點，這些樣點當中，有部分（54個樣點）為舊有（2007-2008年）的調查地點，另一部份則是新增的樣點，新增樣點的選擇，是先參考五萬分之一的地圖，在地圖上尋找水塘、公園、學校、綠地或溝渠等亞洲錦蛙（或一般兩棲類）可能利用的棲地環境或生殖場，再經由實地勘查後劃定調查樣點，並對每個樣點進行衛星定位、拍照與棲地描述。為方便調查的進行，原則上，我們沿著主要道路（省道或縣道）進行樣點的劃設，每個樣點之間至少距離2公里，以避免某些調查樣點過於集中在局部區域。

(3) 野外調查：調查集中於雨季（4-9月）進行，並根據中央氣象局（<http://www.cwb.gov.tw/>）的天氣預報，選擇在出現連續降雨的期間，至每個樣點進行調查，並且每次所有樣點的調查均在兩週內完成，每個樣點共進行3次調查，每次調查間隔至少兩週以上。調查時間為晚上19:00至23:00，以定點鳴叫計數法及目視遇測法，估計亞洲錦蛙以及其他兩棲類的相對族群豐度。每次於到達調查點後，先安靜等候至少3分鐘，讓樣點中的兩棲類恢復鳴叫活動，此後的3分鐘內，以聽聲音的方式來辨識蛙類，並記錄其數量等級。數量共分四級：0、I（1-5隻）、II（6-10隻）和III（11隻以上）。聽聲辨識之後，再進行5分鐘目視搜尋，記錄看到的種類與數量。若聽聲辨識時無蛙鳴，於目視搜尋期間聽到蛙類鳴聲仍須記錄。此外，在發現個體的地點，將記錄巨棲地及微棲地類型。有些較隱蔽的生殖場，我們會於白天視線較佳時再進行輔助調查，以確定是否有亞洲錦蛙蝌蚪及卵的存在。

(4) 資料統計：亞洲錦蛙在每個調查樣點的相對豐度，以3次調查之累計鳴叫數量等級及累計個體數兩種方式呈現。而發現頻度則為3次調查中發現亞洲錦蛙的次數。另外，將利用棲地佔據模式 (occupancy model)，來估算整個調查範圍中亞洲錦蛙的棲地佔據率 (occupancy rate)，作為日後族群監測的基礎。

#### 棲地佔據模式 (occupancy model) 統計研習營

了解入侵物種的族群動態，需要知道其分布與數量。然而，估算大空間尺度下的族群數量需要耗費龐大的人力物力。若以一個地區內該物種的棲地被佔據的比例 (occupancy rate) 來估算，則可節省許多經費。但是在一個棲地中未發現某物種，並不一定是該棲地未被該物種佔據，而可能只是未被偵測到。2002-2004年，為了克服偵測率不足的問題，一系列新的統計模式被發展出來，用於估算大尺度下的野生動物族群動態。本年度邀請發展該模式的紐西蘭籍Dr. Darryl MacKenzie 來台舉行研習營，講授其原理及應用，除了可以協助估算入侵亞洲錦蛙的族群變動外，對國內其它野生動物研究亦很有助益。

#### 亞洲錦蛙移除方法之評估

(1) 移除範圍：本年度的移除工作繼續以高雄市都會公園為移除重點地區，並以鳳山水庫作為不移除的對照地區。而其他已知有亞洲錦蛙分佈的地區（如屏東科技大學地區與台南縣關廟地區），由於棲地環境大多過於複雜，非常不利人工捕捉的移除方式，因此，這些地區將等待成功發展聲音陷阱之後，優先以誘捕的方式來進行移除工作。

(2) 野外移除：主要選擇在亞洲錦蛙較可能出現活動的雨後連續三天進行移除工作，由調查人員在夜間進入生殖場，目視搜尋並徒手捕捉所發現的個體。另外，也在日間針對水域中的卵與蝌蚪進行搜尋並全部撈除。

(3) 移除個體的利用：除了部分個體將利用在亞洲錦蛙生殖行為之研究上，或製成標本送至博物館典藏之外，其他的個體將暫時收容並飼養於實驗室中，並尋求多元利用的可能，例如提供國中、小學的教師進行教學或科展。

(4) 移除成效評估：在高雄市都會公園與鄰近的對照族群中，利用隨機選取的個體各

75隻，以骨骼鑑年法來建構族群的年齡結構。若與前一年度高雄市都會公園族群的年齡結構比較，發現本年度所得的年齡結構之中，年輕個體的比例下降了，或往後出現逐年下降的趨勢，則表示我們的移除方法是有成效的。

### 亞洲錦蛙雄蛙聲音溝通與雌蛙偏好之研究

對於利用具有專一性的叫聲作為配對訊號的蛙類來說，一旦配對的聲音訊號受到干擾，則可能降低其配對的成功機會，因此，我們希望在移除工作當中，可以配合利用聲音干擾方式（聲音陷阱的誘捕）來降低亞洲錦蛙的生殖成功率，故在這之前需要針對亞洲錦蛙的雄蛙叫聲特質，與雌蛙對叫聲的偏好進行基本的生物學研究。本年度將先收集亞洲錦蛙的雄蛙叫聲，並分析其叫聲特質，以作為雌蛙偏好實驗的基礎；之後，再製作具有不同叫聲特質的叫聲，或加入不同聲音干擾的設計，對雌蛙進行回播實驗，來探討提高或降低叫聲對雌蛙吸引力的因子，而這些研究結果，將運用在聲音陷阱的設計上，以增加在野外對亞洲錦蛙誘捕的效率。

### 教育宣導與志工的運用

(1) 地區選擇：由於目前所得到的通報資料，大多在已調查發現亞洲錦蛙分佈的地區之中，而這可能與宣導活動較多在這些區域進行有關，而其他地區的民眾則可能較沒機會接觸到關於亞洲錦蛙防治的訊息，因此，本年度以目前亞洲錦蛙分佈範圍以外的地區為宣導重點，而台南縣麻豆鎮與屏東縣新埤、枋寮鄉地區可能是亞洲錦蛙分佈的南北邊界，故將之列為優先宣導地區。

(2) 教育宣導：與台南縣、高雄縣和屏東縣之各級學校或民間團體合作，以發放海報、摺頁與舉辦講習方式，提供入侵種防治的相關知識。

(3) 志工的運用：本年度運用前一年度所培訓之志工來協助高雄市都會公園地區的移除工作，或部分樣點的調查，以維持志工的聯繫與參與。

### 通報系統建置



與台南縣、高雄縣、屏東縣部分地區的學校和鄉鎮公所洽商，請其協助發佈亞洲錦蛙分佈調查的相關訊息，並發放解說摺頁與張貼海報，我們也繼續維護、更新亞洲錦蛙的專屬網站，並增加入侵種防治的其他相關知識，以利民眾的通報與訊息交流。

#### 四、結果與討論

##### 亞洲錦蛙分布調查與監測

本年度共計進行了 610 點次的分佈調查，除了部分樣點在八月份受莫拉克颱風的影響後無法進行調查之外，大部分樣點均完成 3 次的調查。在所有樣點（217 個樣點）中，共有 18 個樣點發現亞洲錦蛙（圖一與附錄二），其中有 8 個樣點發現 1 次、另外 8 個樣點發現 2 次亞洲錦蛙，而有 2 個樣點則在 3 次調查中均發現亞洲錦蛙。在所有發現紀錄中（30 次紀錄），以鳴叫計數法共記錄了 11 次亞洲錦蛙的叫聲，鳴叫等級為 I 或 II 級；而以目視遇測法則有 25 次發現亞洲錦蛙個體的紀錄，總計有 75 隻個體，其中雌蛙、雄蛙、亞成體（2.5-5 公分）與幼蛙（小於 2.5 公分）各有 18、36、9 與 12 隻，而發現個體的棲地主要還是在溝渠、水池、荒地或道路上，與過去的調查結果類似。

根據本年度的調查結果，發現亞洲錦蛙分佈的範圍，北至台南縣山上鄉（圖一），南抵屏東縣新園鄉，相較於先前所知的分佈範圍，稍微往南北推展，不過，其族群的分佈主要還是集中在台南縣（歸仁、關廟及龍崎鄉）、北高雄（都會公園附近到梓官鄉）、南高雄（鳳山、林園鄉）及屏東縣（內埔和萬巒鄉）一帶。目前尚無法判定亞洲錦蛙的族群是否正在擴散，然而，本年度的調查範圍，已涵蓋了亞洲錦蛙尚未分佈的區域（如麻豆、官田），未來若能持續的在相同的樣點進行監測調查，若亞洲錦蛙持續有新紀錄的樣點出現，則能判定其分佈範圍正在擴散。

另外，我們將本年度各樣點的調查歷史（即各次調查有/沒有發現亞洲錦蛙），以棲地佔據模式來估算亞洲錦蛙在南台灣地區的棲地佔有率（ $\phi$ ）與偵測率（ $p$ ），並在估算中加入棲地類型（habitat：水作田、旱作田、園圃、濕地、水池、荒地與開發地）與天氣（weather：大雨、小雨、雨後一天與雨後兩天以上）分別作為影響棲地佔有率與偵測率的共變數，透過模式選擇的方式來決定能解釋數據的最佳模式，結果發現：被選擇的最佳模式為棲地佔有率與偵測率皆為固定值（ $\phi(\cdot), p(\cdot)$ ）（表一）。不過，模式選擇結果中的前四組模式間並無顯著差異（ $\Delta AIC < 2$ ），即四組都可被視為最佳模式；此外，棲地佔有率受棲地類型影響（ $\phi(\text{habitat})$ ）與偵測率受天氣影響（ $p(\text{weather})$ ）模式的 AIC 權重分別為 0.2791 與

0.2431，表示棲地類型與天氣分別對於亞洲錦蛙的棲地佔有率與調查的偵測率略有影響，但以現有的調查條件亦可忽略其影響，亦即亞洲錦蛙對各種棲地類型都有不錯的適應性，而非僅在某幾種棲地類型中才會出現，並且在雨季中的調查偵測率大略是固定的。而亞洲錦蛙的棲地佔有率與偵測率在四種模式的平均值分別為  $0.1015 \pm 0.0276$  與  $0.4595 \pm 0.1021$ ，顯示亞洲錦蛙在調查範圍內約佔有 10% 的棲地，而在雨季期間約有 46% 的發現機率，此數值可代表亞洲錦蛙目前在南台灣地區的族群狀態，並作為未來長期監測的重要比較基礎，若是未來發現其棲地佔有率或偵測率有顯著的提高，則表示其分佈範圍正在擴散，或其族群數量正在上升。

由於 2007-2008 年期間，我們也陸續在南高雄、北高雄、屏科大、台南與新園-枋寮地區進行了亞洲錦蛙的分佈調查，因此，我們將 2007-2009 年間有重複調查過的 54 個樣點資料（圖二），利用多季模式進行棲地佔有率的估算，以瞭解這些區域在不同年間的族群動態。在模式選擇的過程中，我們以區域（region：南高雄、北高雄、屏科大、台南與新園-枋寮）作為影響棲地佔有率與偵測率的共變數，結果發現： $\phi(\text{region}), \gamma(\cdot), \varepsilon(\text{region}), p(\text{year})$  是唯一的最佳模式（表二），表示亞洲錦蛙在各區域之間的棲地佔有率（ $\phi$ ）與滅絕率（ $\varepsilon$ ）不完全相同，而偵測率在各年間的調查也不同，但拓殖率（ $\gamma$ ）是相同的。根據此最佳模式所計算，亞洲錦蛙在 2007-2009 年的棲地佔有率分別為  $0.5925 \pm 0.7344$ 、 $0.6414 \pm 0.6793$ 、 $0.6944 \pm 0.3261$ ，偵測率分別為  $0.4222 \pm 0.8082$ 、 $0.4722 \pm 0.9912$ 、 $0.2494 \pm 0.8099$ ，亦即亞洲錦蛙的棲地佔有率略有逐年上升的趨勢（圖三），其中，北高雄、南高雄與屏東地區的棲地佔有率均已達飽和（ $\phi = 1$ ）。不過，由於估算值的誤差太大，此結果在統計上的可信度並不高，因此，未來還需持續收集更多樣點的重複調查資料，方能做出較有可信效力的估算。

#### 棲地佔據模式（occupancy model）統計研習營

本年度邀請發展棲地佔據模式的紐西蘭籍 Dr. Darryl MacKenzie 來台舉行一場 5 天（9 月 7-11 日）的研習營，講授其原理及應用，共有 53 名國內相關領域的學者及研究人員參加，對於估算入侵亞洲錦蛙的族群變動（見上段結果），與對國內其它野生動物研究很有助益，未來也將可根據棲地佔據模式的原則來設計亞洲錦蛙的長期監測計畫。

### 亞洲錦蛙移除方法之評估

本年度 8 月之前，因工作重心主要是在分佈調查方面，而於 9 月開始進行移除與個體趾骨的收集。然而，本年度亞錦蛙在 9 月底即停止活動，因此，只能在高雄市都會公園與鳳山水庫分別捕捉到 54 與 12 隻個體，並收集其趾骨。在都會公園所捕捉到的 54 隻個體並不放回原捕捉地點，而將之移除，其中有 13 隻雄蛙，其平均體長為  $60.1 \pm 7.06$  mm ( $48.93-70.56$  mm)，平均體重為  $22.12 \pm 8.55$  g ( $11.2-44.9$  g)；5 隻雌蛙，其平均體長為  $57.88 \pm 6.31$  mm ( $52.64-65.59$  mm)，平均體重為  $20.18 \pm 4.63$  g ( $15-26.8$  g)；另有 36 隻幼蛙（無法辨識性別），其平均體長為  $45.54 \pm 5.82$  mm ( $33.17-64.52$  mm)，平均體重為  $8.53 \pm 3.25$  g ( $2.7-17.8$  g)。在鳳山水庫則有 3 隻雄蛙，其平均體長為  $52.54 \pm 3.87$  mm ( $48.22-55.68$  mm)，平均體重為  $17.87 \pm 2.15$  g ( $16.2-20.3$  g)；與 9 隻幼蛙，其平均體長為  $40.43 \pm 8.25$  mm ( $29.84-50.6$  mm)，平均體重為  $7.12 \pm 3.93$  g ( $2.4-13.2$  g)。我們將這 66 隻個體的趾骨製作成趾骨切片，並進行趾骨年齡的鑑定工作，趾骨休長線（lines of arrested growth；LAGs）的數目最高為 6 條，但大部分個體均為幼蛙，因而並無趾骨休長線或不明顯，亦無法進行族群年齡結構的討論。我們將 2008 年所收集的趾骨鑑年資料與本年度合併，作成休長線數目與體長的關係圖（圖四），雖然擁有同一數目休長線的個體體長變異想當大，但由休長線為和體長的關係顯示：亞洲錦蛙在變態 1 年後即可成長至性熟體型，其生殖潛力不容忽視。

### 亞洲錦蛙雄蛙聲音溝通之研究

在 8 月之後，未能再進行亞洲錦蛙的錄音工作，因此目前僅有前半年所錄製的 5 筆聲音資料，而這 5 筆資料目前已在個人電腦上，利用聲音分析軟體（Avisoft-SASLab Pro）完成分析，發現亞洲錦蛙的叫聲為一個音量漸強的音節（圖五），叫聲長度為  $0.636 \pm 0.037$  秒，主要頻率與平均頻率分別則為  $267 \pm 17.1$  Hz 與  $1071.52 \pm 251$  Hz。未來應繼續聲音的收集，合成一族標準叫聲以進行雌蛙趨聲實驗，並在野外測試以聲音陷阱誘集亞洲錦蛙的效果。

### 教育宣導與志工培訓

本年度以高雄都會公園、屏東地區與台南麻豆為宣導重點，並在三地各舉辦一場培訓講習（附錄三），對一般民眾進行外來種防治的教育宣導，並招募志工，以協助未來分佈調查或移除工作的進行。三場培訓講習於 5 月 23 日、8 月 1 日與 9 月 11 日，分別在高雄都會公園、屏東林管處與麻豆真理大學辦理；在高雄場次的主要對象為高雄都會公園的志工團隊，共有 13 人參加；在屏東場次的主要對象為屏東各地區的社區志工，共有 27 人參加；而台南場次的主要對象為真理大學的同學與曾文社區大學的成員，共有 22 人參加，三場總計有 62 人完成志工培訓課程。講習課程有入侵種如何影響生物多樣性、亞洲錦蛙在台灣分佈現況、志工如何參與入侵種防治工作。另外，我們也印製了新版海報 1000 張（圖六）與增印摺頁 2000 份（圖七），並配合講習活動來發放，或接受志工索取。

#### 通報系統建置

利用已建置之亞洲錦蛙資訊網（圖八，<http://apel.bio.ncku.edu.tw/earm>），作為網路上訊息交流的窗口，網頁內容將介紹關於亞洲錦蛙調查與研究的最新成果，入侵種防治的相關知識，與志工培訓活動的訊息，所發放的海報與摺頁上亦附有通報的網址、電子郵件信箱與電話的訊息，故民眾可利用網路留言版、回報電話、電子郵件等途徑，來通報亞洲錦蛙被發現的地點。在接獲通報訊息之後，再由調查人員前往確認，所有通報點將作為往後亞洲錦蛙分佈範圍調查的參考。目前總共接獲 26 筆通報的資料，主要來自高雄和屏東地區，通報的地點則都包含在已調查發現有亞洲錦蛙分佈的範圍內。雖然，通報資料主要都是來自已知有亞洲錦蛙分佈的地區，可能意味著我們已掌握了亞洲錦蛙目前的分佈範圍，不過，對於分佈邊界的地區（如台南縣麻豆、官田等地區）仍需加強宣導，以期未來可以更快速的掌握亞洲錦蛙的分佈狀況。

## 五、建議

本年度已在台灣南部包含亞洲錦蛙未分佈的大範圍區域中，建立了兩棲類長期監測的調查樣點，並以棲地佔據模式估算了亞洲錦蛙在南台灣地區的棲地佔有率，以代表其族群狀態的基本值，建議未來應持續在這些固定的樣點進行監測調查，藉此，將可確認亞洲錦蛙的分佈範圍是否有擴張的情況，而該區域的本地種兩棲類群聚是否改變。

目前由於亞洲錦蛙分布的南北邊界超過 100 km，在部分區域擁有相當龐大的族群，出現有明顯的季節性，被發現的機率不高，若要以目視徒手捕捉的方式將其完全根除已極為困難。因此，建議選擇部分容易操作的區域進行族群抑制，以避免其族群數量持續快速的增加。

目前發現亞洲錦蛙分佈的棲地，多屬於隱蔽性較高的環境，這對於以人力去進行捕捉移除的工作，相當不利。並且亞洲錦蛙個體的出現數量，受到天候因子的影響很大，若單純的以人力投入移除工作，恐怕不易有效率的進行。因此，建議未來除了以人工捕捉的方式來移除之外，應以陷阱的捕捉來配合進行，而如何加強陷阱的效果（如配合叫聲誘集）或有其他更好的方式，則是未來會加強的研究重點。

外來種的防治工作應該有民眾的參與，才能更有效率，而藉由民眾的通報資料，也才能更快的掌握外來物種在大範圍區域的分佈狀況。因此，建議未來應該持續加強對一般民眾的教育宣導，特別是在過去未調查過或調查而未發現的區域，藉著提供民眾外來種防治的訊息，並持續建構完整的通報與訊息交流的管道，讓防治工作落實成為一種全民運動。

## 六、參考文獻

- 呂光洋、杜銘章、向高世，1999。台灣兩棲爬行動物圖鑑。中華民國自然生態保育協會，大自然雜誌社出版，台北。
- 梁高賓，2005。台灣地區外來種亞洲錦蛙 (*Kaloula pulchra*) 族群來源與生態研究。國立台灣師範大學生命科學系碩士論文，台北。
- 楊懿如，1998。賞蛙圖鑑。中華民國自然生態攝影學會出版，台北。
- Berry, P. Y. 1964. The breeding patterns of seven species of Singapore anura. *The Journal of Animal Ecology*. 33(2):227-243.
- Catling, P. C., A. Hertog, R. J. Burt, J. C. Wombey, and R. I. Forrester. 1999. The short-term effect of cane toads (*Bufo marinus*) on native fauna in the Gulf Country of the Northern Territory. *Wildlife Research* 26:161-185.
- Cox, G.W. 1999. Chapter 2, North American invaders: the invited and the uninvited. In *Alien species in North America and Hawaii*, Island Press, Washington, USA.
- Crossland, M. R. 2000. Direct and indirect effects of the introduced toad *Bufo marinus* (Anura: Bufonidae) on populations of native anuran larvae in Australia. *Ecography* 23:283-290.
- Gill, B. J., D. Bejakovich, A. H. Whitaker. 2001. Records of foreign reptiles and amphibians accidentally imported to New Zealand. *New Zealand Journal of Zoology*. 28:351-359.
- Inger, R. F. 1999. Distribution patterns of amphibians of Southern Asia adjacent islands. In Duellman, W. E. (Ed.). *Patterns of Distribution of Amphibians: A Global Perspective*, pp. 445-482. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, USA.
- Kraus, F. and E. W. Campbell. 2002. Human-mediated escalation of a formerly eradicable problem: the invasion of Caribbean frogs in the Hawaiian Islands. *Biological Invasions* 4: 327-332.
- Lever, C. 2001. *The cane toad: the history and ecology of a successful colonist*. Westbury Academic and Scientific Publishing, Yorkshire, United Kingdom.

- Mack, R. N., D. Simberloff, W. M. Lonsdale, H. Evans, M. Clout and F. Bazzaz. 2000. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences and control. *Issues in Ecology* 5: 1-19.
- Mooney, H.A. 2005. Invasive alien species: the nature of the problem. In H. A. Mooney, R. N. Mack, J.A. McNeely, L.E. Neville, P. J. Schei, and J. K. Waage (ed.) *Invasive alien species: a new synthesis*. Island Press, Washington, USA, pp 1-15.
- Phillips, B. L., G. P. Brown, and R. Shine. 2003. Assessing the potential impact of cane toads on Australian snakes. *Conservation Biology* 17:1738-1747.
- Pimentel, D. 2002. Introduction: Non-native species in the world. In: D. Pimentel (eds.) *Biological Invasions: Economic and Environmental Costs of Alien Plant, Animal and Microbes Species*. CRC Press, Boca Raton, FL., USA. pp. 3-8.
- Sin, H., K. H. Beard, W. C. Pitt. 2008. An invasive frog, *Eleutherodactylus conqui*, increases new leaf production and leaf litter decomposition rates through nutrient cycling in Hawaii. *Biological Invasions* 10: 335-345.
- Solecki, M.K. 1993. Cut-leaves and common teasel( *Dipsacus laciniatus* L. and *D. sylvestris* Huds.): Profile of two invasive aliens. In B.N. Mcknight (ed.) *Biological pollution: the control and impact of invasive exotic species*. Indiana Academy Press, Indianapolis, USA. Pp.85-92
- Wade, P.M. 1997. Predicting plant invasions: making a start. In J.H. Brock, P.M. Wade, D. Pysek and D. Green (eds.) *Plant invasions: Studies from North America and Europe*. Leiden Backhuys Publishing. Pp.1-18
- White, P.C.L. and S.Harris. 2002. Chapter seven, Economic and environmental costs of alien vertebrate species in Britain. In: D. Pimentel (eds.) *Biological Invasions: Economic and Environmental Costs of Alien Plant, Animal and Microbes Species*. CRC Press, Boca Raton, FL., USA. pp 113-149.
- Whittaker, R. 1998. *Island Biogeography: Ecology, Evolution and Conservation*. Oxford University Press, London, UK, 304pp.
- Wilcove, D. S., D. Rothstein, J. Dubow, A. Phillips and E. Losos. 1998. Quantifying threats to



- imperiled species in the United States. *BioSci.* 48: 607-615.
- Williamson, M. 1996. *Biological Invasion*. Chapman & Hall, London
- Wittenberg, R. and M.J.W. Cock. 2001. *Invasive Alien Species. A toolkit of best prevention and management policies*. CABI Publishing, Oxfordshire, UK, 228pp.
- Woolbright, L. L., A. H. Hara, C. M. Jacobsen, W. J. Mautz, and F. L. Benevides. 2006. Population densities of the Coqui, *Eleutherodactylus conqui* (Anura: Leptodactylidae) in newly invaded Hawaii and in Native Puerto Rico. *Journal of Herpetology* 40: 122-126.

表一、以單季模式估算 2009 年台灣西南部亞洲錦蛙棲地佔據的模式選擇結果。

| 模式  | AIC 值  | $\Delta$ AIC | AIC 權重 | 參數數量 |
|---|--------|--------------|--------|------|
| $\phi(\cdot), p(\cdot)$                   | 196.89 | 0.00         | 0.3901 | 2    |
| $\phi(\cdot), p(\text{weather})$          | 198.49 | 1.60         | 0.1753 | 3    |
| $\phi(\cdot), p(t)$                       | 198.73 | 1.84         | 0.1555 | 4    |
| $\phi(\text{habitat}), p(\cdot)$          | 198.79 | 1.90         | 0.1509 | 3    |
| $\phi(\text{habitat}), p(\text{weather})$ | 200.39 | 3.50         | 0.0678 | 4    |
| $\phi(\text{habitat}), p(t)$              | 200.62 | 3.73         | 0.0604 | 5    |

habitat：水作田、旱作田、園圃、濕地、水池、荒地與開發地。

weather：大雨、小雨、雨後一天與雨後兩天。

$\phi(\cdot)$ ：棲地佔有率不受任何因子影響。

$\phi(\text{habitat})$ ：棲地佔有率受棲地類型影響。

$p(\cdot)$ ：每次調查偵測率不受任何因子影響。

$p(t)$ ：每次調查偵測率均不同。

$p(\text{weather})$ ：每次調查偵測率受天氣影響。

表二、以多季模式估算 2007-2009 年臺灣南部亞洲錦蛙棲地佔據的模式選擇結果。

| 模式   | AIC 值  | $\Delta$ AIC | AIC 權重 | 參數數量 |
|--|--------|--------------|--------|------|
| $\phi(\text{region}), \gamma(\cdot), \varepsilon(\text{region}), p(\text{year})$               | 309.75 | 0            | 0.7697 | 8    |
| $\phi(\text{region}), \gamma(\cdot), \varepsilon(\cdot), p(\text{year})$                       | 312.91 | 3.16         | 0.1585 | 7    |
| $\phi(\text{region}), \gamma(\cdot), \varepsilon(\text{region}), p(\cdot)$                     | 314.57 | 4.82         | 0.0691 | 6    |
| $\phi(\cdot), \gamma(\cdot), \varepsilon(\cdot), p(\text{region})$                             | 323.24 | 13.49        | 0.0009 | 4    |
| $\phi(\cdot), \gamma(\cdot), \varepsilon(\cdot), p(\text{region}+\text{year})$                 | 323.69 | 13.94        | 0.0007 | 7    |
| $\phi(\text{region}), \gamma(\cdot), \varepsilon(\text{region}), p(\text{region}+\text{year})$ | 325.06 | 15.31        | 0.0004 | 8    |
| $\phi(\text{region}), \gamma(\cdot), \varepsilon(\cdot), p(t)$                                 | 325.19 | 15.44        | 0.0003 | 13   |
| $\phi(\cdot), \gamma(\cdot), \varepsilon(\cdot), p(\cdot)$                                     | 327.53 | 17.78        | 0.0001 | 4    |
| $\phi(\cdot), \gamma(\text{year}), \varepsilon(\cdot), p(\cdot)$                               | 328.75 | 19           | 0.0001 | 5    |

尚有 5 個 model 因 AIC 權重 < 0.0001 而未列出。

region：台南、北高雄、南高雄、屏科大與新園-枋寮地區。

year：2007、2008 與 2009 年。

$\phi(\cdot)$ ：棲地佔有率不受任何因子影響。

$\phi(\text{region})$ ：各地區的棲地佔有率不同。

$\gamma(\cdot)$ ：拓殖率不受任何因子影響。

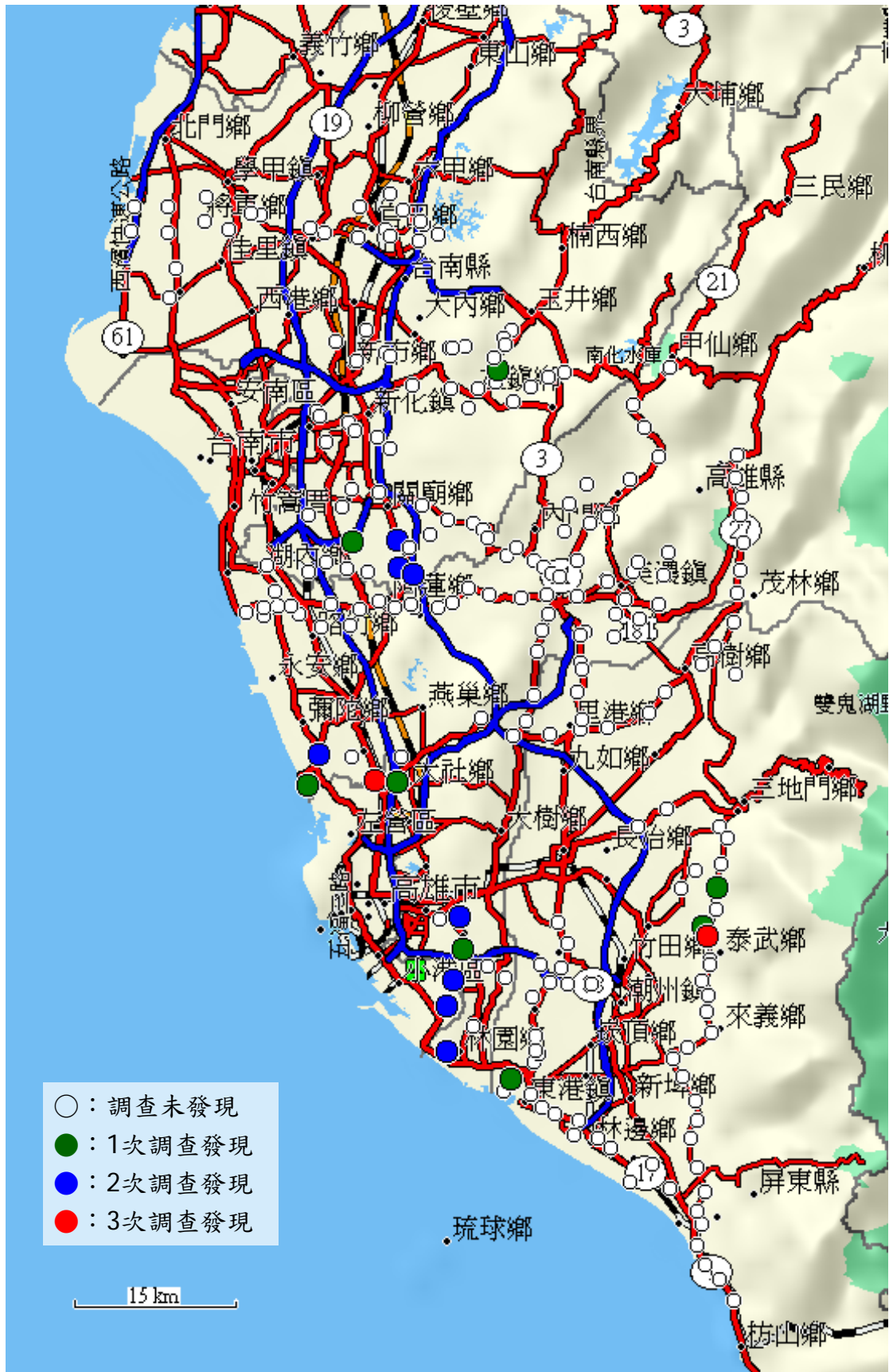
$\varepsilon(\cdot)$ ：滅絕率不受任何因子影響。

$\varepsilon(\text{year})$ ：各年的滅絕率不同。

$p(\cdot)$ ：每次調查偵測率不受任何因子影響。

$p(\text{year})$ ：每年調查的偵測率不同。

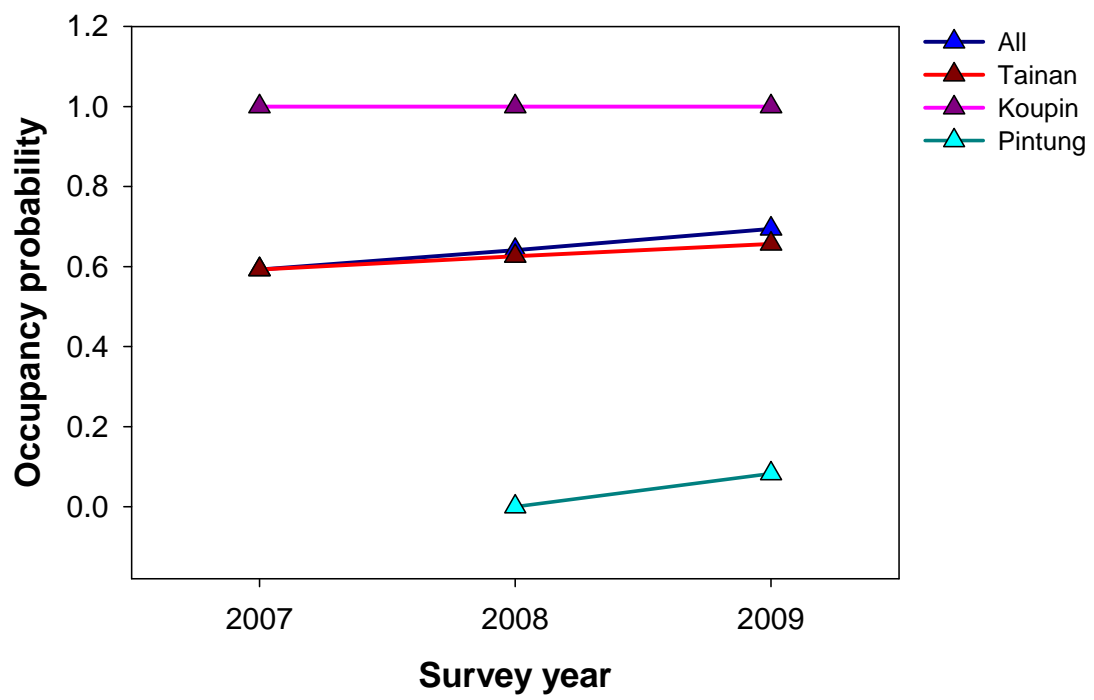
$p(\text{region})$ ：各地區調查的偵測率不同。



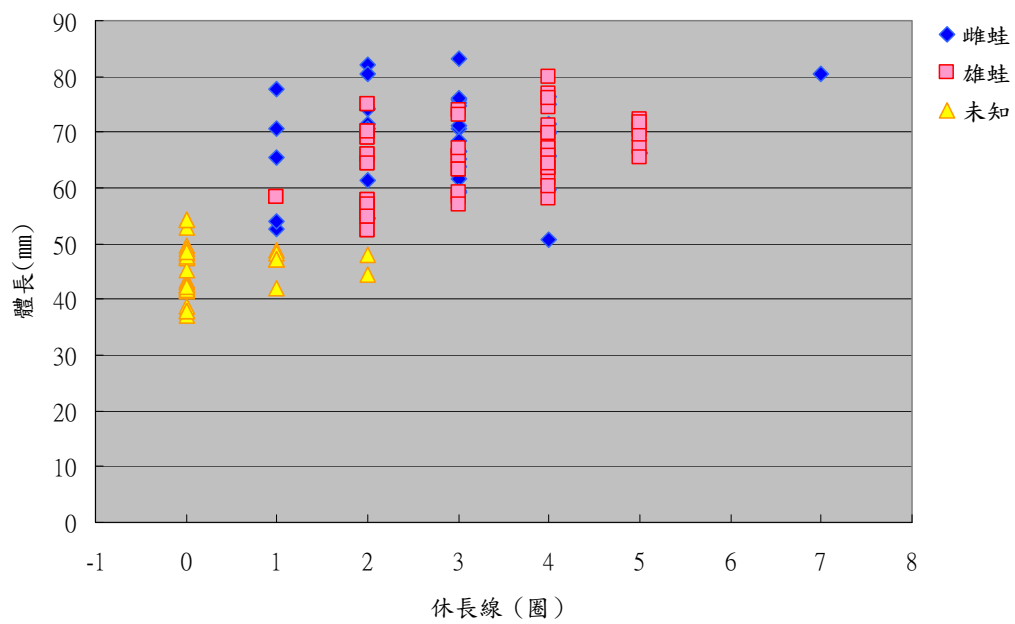
圖一、2009 年亞洲錦蛙分佈調查的樣點分布地圖。



圖二、台灣南部亞洲錦蛙2007-2009年間重複調查的樣點分布圖。

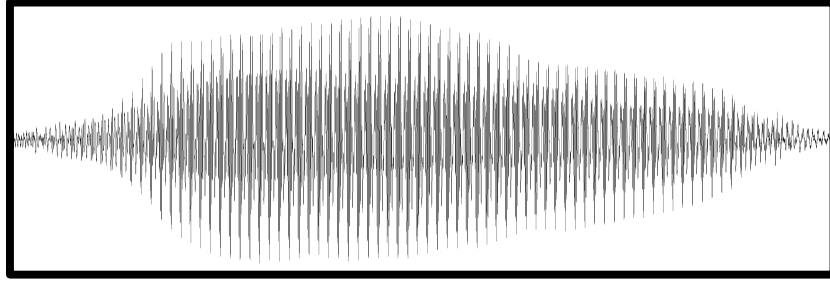


圖三、台灣南部亞洲錦蛙2007-2009年在各區域的棲地佔有率。

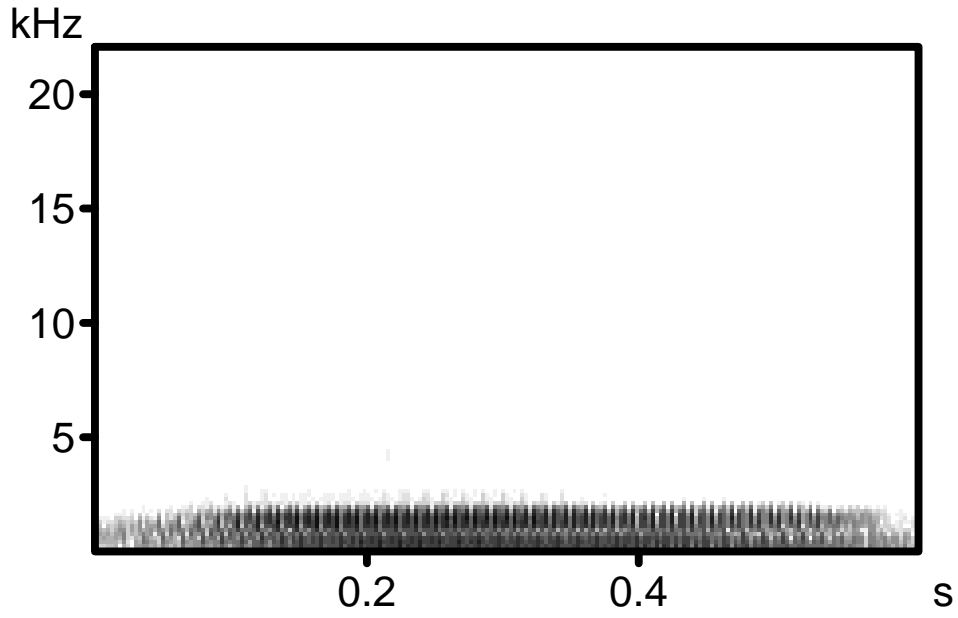


圖四、亞洲錦蛙體長與趾骨休長線數目的關係圖。

A



B



圖五、亞洲錦蛙雄蛙宣告叫聲的波形圖 (A) 與頻譜圖 (B)。



# WANTED

## 入侵種 亞洲錦蛙



不要食用 · 不要買賣

不要放生 · 不要捕捉



外來種亞洲錦蛙，又名花狹口蛙，1998年首次在台灣被紀錄到，成熟個體體長約5-7公分。雨後容易在果園、溝渠、草澤發現，會發出低沈的『貓乂～』叫聲，此外，他們也會在樹上覓食或躲藏。相較於台灣原生兩棲類，亞錦似乎更能適應不同棲地，且有驚人的生殖力，也缺少捕食者抑制，因此對於台灣原生物種的影響仍有待評估。

**若您發現亞洲錦蛙，請迅速與我們聯絡！ 謝謝！**

國立成功大學生命科學系 Tel: 06-2757575 轉 65546

亞洲錦蛙資訊與培訓活動網頁 <http://apel.bio.ncku.edu.tw/earm>

通報專用信箱 E-mail: [tadpolelab@gmail.com](mailto:tadpolelab@gmail.com)



行政院農委會林務局

圖六、2009 年外來種亞洲錦蛙防除宣導海報。

A

**Catch me if you can!!**

**入侵種防治需要你的參與**

別說「我不懂生態這些東西，平常又很少接觸蛙類，我如何能為入侵種防治做些什麼呢？」只要對這些外來物種保持「不買賣、不捕捉、不食用、不放生」的態度，您已經在參與防治工作了。若您想對入侵種防治有更進一步的瞭解，也歡迎參加相關的培訓課程，或至我們的網頁取得相關的知識。我們也將招募志工成員，以協助進行亞洲錦蛙的防治與族群監測工作。竭誠歡迎您的加入。

「只要有恒心，人人都可以成為入侵種防治的尖兵。」

**Coming soon!!**

**台灣其他外來種兩棲類**

目前除了亞洲錦蛙之外，還有牛蛙與海蛙兩個外來種兩棲類在野外成功建立族群。但是在水族寵物市場中，尚有多種的外來種兩棲類被販售著，包括有非洲爪蟾（水生蛙）、蔗蟻蛙、角蛙、虎斑蝶蟾、朝鮮鈴蟾等，其中有些物種有入侵其他地區成功的紀錄，這些寵物一旦被棄養、放生於野外，對於台灣生態可能的衝擊實在令人擔憂。



牛蛙      黃金角蛙      朝鮮鈴蟾

### 問與答

#### 1. 亞洲錦蛙是否具有毒性？

亞洲錦蛙皮膚所分泌的白色黏液是一種防衛捕食者捕食的機制，但其毒性對於人類的影響有待進一步研究。目前尚無因接觸亞洲錦蛙後中毒的病例，而少數容易過敏的人，在接觸後則會有輕微刺、癢的症狀，由於其毒性不詳，請千萬不要食用。亞洲錦蛙分泌的黏液有很強的黏滯性，接觸後並不容易清洗掉，因此，提醒您應盡量避免接觸到其黏液，接觸到之後，也應進行手部的徹底清潔，以避免誤將毒性食入體內。

#### 2. 若是發現亞洲錦蛙該如何處理？

目前我們正積極籌畫亞洲錦蛙的防治工作，而首先需要掌握的則是其分佈狀況，若您發現亞洲錦蛙，並不需要刻意去捕捉他們，只需請您記下發現的時間、詳細地址或 GPS 座標（請註明您所使用的系統是 WGS84、TWD97 或 TWD67）與個體數量，再利用以下的管道通報給我們，以協助我們對於分佈情況的瞭解。謝謝您。

#### 相關訊息查詢及通報管道

亞洲錦蛙移除與監測專屬網站：  
<http://apel.bjo.ncku.edu.tw/earm>

亞洲錦蛙移除與監測通報信箱：  
[tadpolelab@gmail.com](mailto:tadpolelab@gmail.com)

國立成功大學生命科學系樓下老若師實驗室分機：  
(06) 2757575 # 65546

出版：行政院農委會特研所  
計畫名稱：入侵亞洲錦蛙及其影響與防治策略研究計畫  
執行期間：2008.01.01 至 2009.12.31  
出版日期：2008.08.10

**貓大**

**入侵物種 亞洲錦蛙 在台灣**

——生態介紹與防治



執行單位：國立成功大學生命科學系  
指導單位：行政院農委會林務局



B

### 亞洲錦蛙小檔案

亞洲錦蛙 (*Kaloula pulchra*) 又名花狹口蛙，屬於狹口蛙科 (Microhylidae)，為中型蛙類，成熟雄性體長約 5-6 公分，雌性則為 6-7.5 公分，外表肥胖，吻極短，後肢粗壯有力，指 (趾) 端方形平切狀且膨大成吸盤。背部顏色對比明顯，背部中央及四肢背面為黑褐色，背部外緣及頭部側邊為黃色。雄性成體喉部有黑色鬆弛的皮膚，為鳴囊所在。皮膚光滑，但表面有顆粒狀突起，具有黏液。



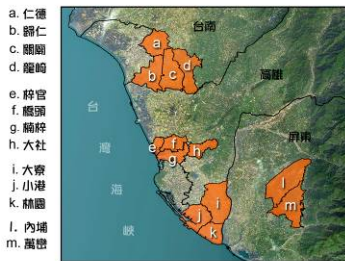
### 原分佈地區

原產於尼泊爾及印度東北部，向東分佈包含緬甸、泰國到中國南部的廣東、廣西、雲南、海南島、香港等地，向南至馬來西亞及新加坡等地。在這些原產地，亞洲錦蛙的出現主要在海拔 200 公尺以下的地區。



### 在台灣的分佈範圍

亞洲錦蛙最早在 1998 年由楊懿如博士在高雄市的林園、鳳山水庫一帶發現，目前所知其分佈範圍，往北到台南縣關廟鄉、龍崎鄉，往南到高雄縣林園鄉，往東則到屏東縣內埔鄉、萬巒鄉，另外，在高雄縣美濃鎮地區亦有零星分佈。



### 生態習性

亞洲錦蛙擁有適合攀附和掘土的四肢，白天多躲藏於樹洞或土洞之中，晚上才出現活動，其活動與當地的降雨量有關，在下過大雨的晚上，通常會有較多的個體出現，在台灣地區以 4-10 月為主要的生殖季，雄蛙會發出低沉、響亮的「傑又~」叫聲來吸引雌蛙，生殖時多利用溝渠、草澤或雨後的臨時性積水環境。



亞洲錦蛙的生性並不害羞，活動場所的隱蔽度通常不高，但遇到攻擊或刺激時，會將身體像吹氣球般的鼓起，或分泌白色黏液來防衛。食性廣泛，螻蛄、蟋蟀等在地面活動的昆蟲他都不拒絕，調查中也有個體出現在蜂箱前，捕食蜜蜂的記錄。

### 在台灣與亞洲錦蛙共域的蛙種

在過去的調查中，共記錄到 12 種蛙類與亞洲錦蛙一起出現，其中以黑眶蟾蜍、澤蛙、小雨蛙與寶德氏赤蛙的相對數量最多，其他還包括有虎皮蛙、金線蛙、拉都希氏赤蛙、中國樹蟾、黑蒙希氏小雨蛙、史丹吉氏小雨蛙、白領樹蛙與外來種牛蛙。

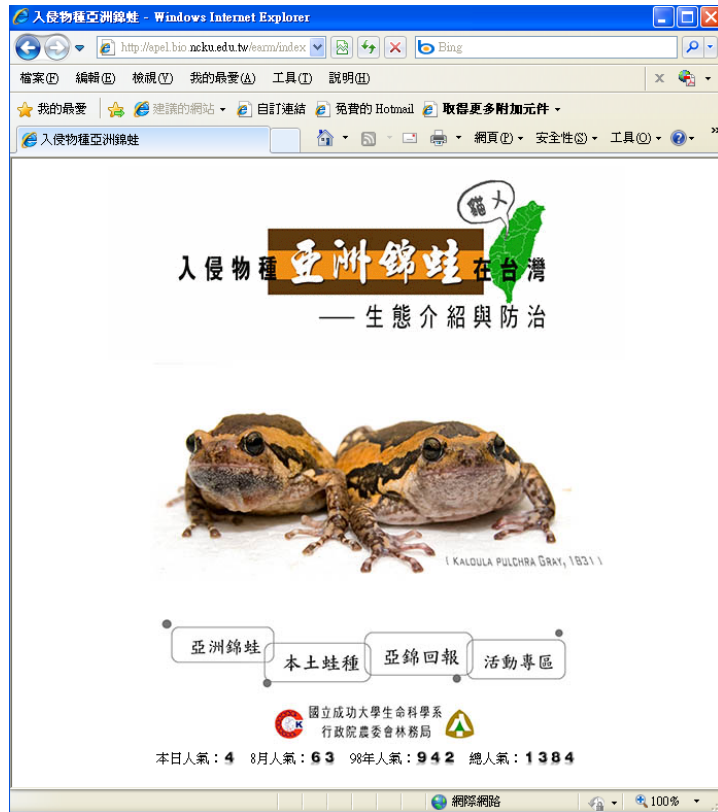


### 潛在的危機

亞洲錦蛙相較於其他蛙種，似乎更能適應不同的棲地，除了農田、果園外，在人工的道路、水溝中也被發現，在含有很多腐植質的積水環境中也可出現。其雌蛙具有驚人的生殖潛力，體內的卵可多達 2 萬粒，而蝌蚪期僅需約 2-3 星期即可變態成小蛙，且在台灣目前缺少捕食者的抑制，只知眼鏡蛇是他的天敵。因此，目前亞洲錦蛙的族群有持續擴張的趨勢，是否對其他物種造成衝擊，需要持續觀察。

圖七、防治入侵種亞洲錦蛙的解說摺頁。A 為摺頁的外頁，B 為摺頁的內頁。

A



B



圖八、亞洲錦蛙資訊網畫面。A 為網頁的首頁 (B 為通報資料的頁面)。

附錄一、2009 年各調查樣點座標。

| 樣方編號  | 座標 (TWD67)     | 樣方編號  | 座標 (TWD67)     |
|-------|----------------|-------|----------------|
| A 10  | 183267 2564842 | B 16  | 180032 2554594 |
| A 11  | 180512 2569185 | B 17  | 178301 2556737 |
| A 12  | 177758 2567986 | B 18  | 175369 2555619 |
| A 13  | 181828 2567759 | B 19  | 174519 2546352 |
| A 14  | 180124 2565970 | B 20  | 176532 2548124 |
| A 15  | 180618 2565243 | B 21  | 179284 2546749 |
| A 16  | 177493 2565168 | B 22  | 177215 2547431 |
| A 17  | 168474 2567379 | B 23  | 180416 2545776 |
| A 18  | 167519 2567477 | B 24  | 182552 2551650 |
| A 19  | 165395 2566054 | B 25  | 186054 2554962 |
| A 20  | 163248 2566785 | B 26  | 187554 2555076 |
| A 21  | 163363 2568981 | B 27  | 180550 2554234 |
| A 22  | 159735 2568136 | B B19 | 173842 2548817 |
| A 23  | 156664 2568193 | B B25 | 186318 2555059 |
| A 24  | 156370 2565962 | C 01  | 168816 2535119 |
| A 25  | 159690 2565677 | C 02  | 172740 2534501 |
| A 26  | 160408 2562454 | C 03  | 174487 2535388 |
| A 27  | 159923 2559712 | C 04  | 176392 2534685 |
| A B10 | 185018 2565376 | C 05  | 178289 2534376 |
| A B12 | 174466 2565672 | C 06  | 181312 2534739 |
| A B13 | 173127 2566136 | C 07  | 182631 2534115 |
| B 01  | 186131 2551220 | C 08  | 176898 2537062 |
| B 02  | 187761 2549467 | C 09  | 181166 2537207 |
| B 03  | 188671 2551219 | C 10  | 182265 2536630 |
| B 04  | 190319 2551903 | C 11  | 184110 2537772 |
| B 05  | 190665 2552942 | C 12  | 172824 2539671 |
| B 06  | 190277 2554092 | C 13  | 175970 2540425 |

|      |                |      |                |
|------|----------------|------|----------------|
| B 07 | 191955 2556624 | C 14 | 176911 2542033 |
| B 08 | 191111 2555917 | C 15 | 179452 2541784 |
| B 09 | 191237 2555287 | C 16 | 183398 2540511 |
| B 10 | 196789 2552654 | D 01 | 185881 2539113 |
| B 11 | 195304 2552267 | D 02 | 188185 2538801 |
| B 12 | 193590 2551447 | D 03 | 189130 2538342 |
| B 13 | 191955 2550005 | D 04 | 189493 2537467 |
| B 14 | 173530 2549177 | D 05 | 191296 2535810 |
| B 15 | 177346 2553795 | D 06 | 192297 2536636 |

續附錄一。

| 樣方編號   | 座標 (TWD67)     | 樣方編號 | 座標 (TWD67)     |
|--------|----------------|------|----------------|
| D 07   | 193964 2535399 | G 09 | 213005 2532352 |
| D 08   | 194789 2534764 | G 10 | 213181 2534473 |
| D 09   | 195622 2534213 | G 11 | 213489 2537035 |
| D 10   | 195101 2532229 | G 12 | 213244 2539476 |
| E 01   | 196254 2533893 | G 13 | 213450 2541201 |
| E 02   | 197913 2535402 | G 14 | 212821 2543027 |
| E 03   | 199223 2538805 | G 15 | 212934 2545035 |
| E 04   | 202941 2542832 | H 01 | 182347 2531392 |
| E 05   | 205670 2544978 | H 02 | 180790 2531099 |
| E 06   | 204345 2547580 | H 03 | 179284 2531762 |
| E 07   | 203179 2549729 | H 04 | 177600 2530953 |
| E 08-1 | 206482 2553039 | H 05 | 174770 2531542 |
| E 09   | 200841 2539483 | H 06 | 171852 2530540 |
| E 10   | 198889 2542446 | H 07 | 171129 2531339 |
| E 11   | 197253 2540651 | H 08 | 169956 2531340 |
| E 12   | 196823 2538046 | H 09 | 168581 2530440 |
| F 01   | 203177 2534317 | H 10 | 169570 2532653 |
| F 02   | 203706 2535170 | H 11 | 173921 2529366 |

| 樣方編號 | 座標 (TWD67)     | 樣方編號   | 座標 (TWD67)     |
|------|----------------|--------|----------------|
| F 03 | 206512 2536054 | H 12   | 176626 2529533 |
| F 04 | 206068 2534002 | HB 09  | 168553 2531254 |
| F 05 | 205604 2531297 | HB 092 | 166908 2530816 |
| F 06 | 203821 2529973 | I 01   | 184835 2531155 |
| F 07 | 202513 2531737 | I 02   | 186196 2531615 |
| F 08 | 201595 2530487 | I 03   | 187712 2532851 |
| F 09 | 201339 2528430 | I 04   | 189644 2532358 |
| F 10 | 198656 2528837 | I 05   | 192668 2532038 |
| F 11 | 197951 2532077 | I 06   | 195264 2530504 |
| F 12 | 200684 2533594 | I 07   | 194643 2528983 |
| G 01 | 198207 2519882 | I 08   | 194133 2527027 |
| G 02 | 200721 2520080 | I 10-1 | 193109 2520580 |
| G 03 | 204650 2521396 | I 11   | 198259 2528514 |
| G 04 | 206208 2523266 | I 11-1 | 188905 2520937 |
| G 05 | 209662 2525800 | I 12   | 198293 2525928 |
| G 06 | 212808 2524917 | I 13   | 198359 2525358 |
| G 07 | 210843 2527396 | I 14   | 197985 2523331 |
| G 08 | 212568 2529680 | I 15   | 198369 2520777 |

續附錄一。

| 樣方編號  | 座標 (TWD67)     | 樣方編號 | 座標 (TWD67)     |
|-------|----------------|------|----------------|
| I 16  | 195352 2519375 | N 07 | 208952 2506912 |
| I 17  | 191951 2519317 | N 08 | 207608 2505303 |
| IB 09 | 193821 2523044 | N 09 | 210292 2498681 |
| J 01  | 173682 2517529 | N 10 | 209516 2496708 |
| J 02  | 172593 2514792 | N 11 | 209738 2501638 |
| J 03  | 176767 2517441 | N 12 | 211042 2505290 |
| J 04  | 178989 2515222 | O 01 | 212409 2467331 |
| J 05  | 181435 2517449 | O 02 | 211208 2469317 |

| 樣方編號 | 座標 (TWD67)     | 樣方編號   | 座標 (TWD67)     |
|------|----------------|--------|----------------|
| J 06 | 181090 2515091 | O 03   | 209846 2470562 |
| L 01 | 184883 2502405 | O 04   | 209860 2477368 |
| L 02 | 186907 2502610 | O 05   | 209061 2479549 |
| L 03 | 187232 2499694 | O 06   | 208435 2482302 |
| L 04 | 189359 2498182 | O 07   | 209028 2483877 |
| L 05 | 191083 2497022 | O 08   | 208948 2485653 |
| L 06 | 186307 2496831 | O 09   | 207731 2487854 |
| L 07 | 185670 2494398 | O 10   | 206797 2489596 |
| L 08 | 187998 2492642 | O 11   | 208137 2490578 |
| L 09 | 185611 2490302 | O 12   | 210447 2492001 |
| M 01 | 196305 2497937 | O 13   | 210057 2493815 |
| M 02 | 196928 2500126 | O 14   | 210134 2495429 |
| M 03 | 195980 2502146 | O 15   | 210302 2498230 |
| M 04 | 195271 2496584 | O 16   | 210118 2500719 |
| M 05 | 193566 2495222 | P 02   | 190932 2486602 |
| M 06 | 193894 2491635 | P 03   | 191589 2487712 |
| M 07 | 193697 2489331 | P 08   | 193379 2486371 |
| M 08 | 194159 2490109 | P 100  | 209431 2474385 |
| M 09 | 193927 2490332 | P 105  | 209067 2472389 |
| M 10 | 196888 2496460 | P 12   | 194538 2485145 |
| M 11 | 199135 2496390 | P 13-1 | 195673 2484596 |
| M 12 | 194445 2498301 | P 34   | 197887 2483887 |
| N 01 | 203573 2510910 | P 45   | 197454 2482633 |
| N 02 | 206249 2512513 | P 47-2 | 199802 2482324 |
| N 03 | 211188 2510902 | P 59-1 | 200889 2481432 |
| N 04 | 211931 2509771 | P 76-2 | 204869 2479896 |
| N 05 | 211309 2507447 | P 78   | 202792 2478230 |

| 樣方編號 | 座標 (TWD67)     | 樣方編號 | 座標 (TWD67)     |
|------|----------------|------|----------------|
| N 06 | 210961 2503209 | P 86 | 206556 2477624 |

續附錄一。

| 樣方編號 | 座標 (TWD67)     | 樣方編號 | 座標 (TWD67) |
|------|----------------|------|------------|
| P 96 | 209053 2475588 |      |            |



附錄二、有亞洲錦蛙分佈之樣點的調查結果。

| 樣點   | 鳴叫等級總分數 | 發現鳴叫次數 | 目視總個體數 | 目視發現次數 | 目視成體/亞成體/幼體個體數 | 總發現次數 | 發現率 (%) |
|------|---------|--------|--------|--------|----------------|-------|---------|
| B25  | 0       | 0      | 1      | 1      | 0/1/0          | 1     | 33.3%   |
| C06  | 0       | 0      | 4      | 2      | 3/1/0          | 2     | 66.7%   |
| C07  | 0       | 0      | 5      | 2      | 5/0/0          | 2     | 66.7%   |
| C08  | 0       | 0      | 1      | 1      | 1/0/0          | 1     | 33.3%   |
| C09  | 1       | 1      | 12     | 1      | 0/0/12         | 2     | 66.7%   |
| J01  | 2       | 2      | 2      | 2      | 1/1/0          | 2     | 66.7%   |
| J02  | 0       | 0      | 2      | 1      | 1/1/0          | 1     | 33.3%   |
| J04* | 3       | 2      | 18     | 3      | 17/1/0         | 3     | 100%    |
| J06* | 0       | 0      | 0      | 0      | 0/0/0          | 1     | 33.3%   |
| L02  | 2       | 1      | 4      | 1      | 2/2/0          | 2     | 66.7%   |
| L03  | 1       | 1      | 3      | 1      | 3/0/0          | 1     | 33.3%   |
| L06  | 0       | 0      | 2      | 2      | 1/1/0          | 2     | 66.7%   |
| L07  | 2       | 1      | 5      | 2      | 5/0/0          | 2     | 66.7%   |
| L09  | 0       | 0      | 4      | 2      | 3/1/0          | 2     | 66.7%   |
| N11  | 2       | 1      | 0      | 0      | 0/0/0          | 1     | 33.3%   |
| N12  | 1       | 1      | 4      | 1      | 4/0/0          | 1     | 33.3%   |

| 樣點  | 鳴叫等級總分數 | 發現鳴叫次數 | 目視總個體數 | 目視發現次數 | 目視成體/亞成體/幼體個體數 | 總發現次數 | 發現率 (%) |
|-----|---------|--------|--------|--------|----------------|-------|---------|
| O16 | 2       | 2      | 6      | 2      | 6/0/0          | 3     | 100%    |
| P03 | 0       | 0      | 2      | 1      | 2/0/0          | 1     | 33.3%   |

\*：該樣點有調查發現亞洲錦蛙的卵或蝌蚪。

附錄三、亞洲錦蛙志工培訓活動照片。其中照片編號 1-10 為高雄都會公園場次，照片編號 11-19 為屏東場次，照片編號 20-28 為麻豆真理大學場次。



1. 外來種課程講授。



2. 亞洲錦蛙在台灣。



3. 志工們在課程中實際觀察亞洲錦蛙。



4. 志工伙伴合影。



5. 是否應移除亞洲錦蛙?



6. 認真的學員們。



7. 夜間野外觀察 I。



8. 夜間野外觀察 II。



9. 志工在培訓後頒發結訓證書。



10. 完成志工培訓課程的志工們。



11. 報到中。



12. 屏東林管處育樂課洪寶林課長致詞。



13. 外來種課程的講授。

14. 管立豪組長講解國內外  
入侵種管理政策。

15. 參加培訓志工的合影。



16. 志工們在課程中實地觀察亞洲錦蛙。



17. 外來種相關問題的問與答。



18. 兩棲類課程的講授。



19. 洪寶林課長頒發結訓證書。



20. 真理大學自然資源應用學系劉惠國主任致詞。



21. 林務局張弘毅科長致詞。



22. 外來不是客的講授。



23. 亞洲錦蛙介紹的講授。



24. 亞洲錦蛙個體的觀察。



25. 與志工對談。



26. 兩棲類調查記錄說明。



27. 夜間調查。



28. 頒發結業證書。



29. 完成培訓課程的志工們合影。

