

行政院農業委員會林務局保育研究系列 94-4 號

行政院農業委員會林務局委託研究系列 94-00-8-04 號

入侵亞洲錦蛙與沙氏變色蜥之族群分布調查

Distributions of the Invasive Asiatic Painted Frog (*Kaloula pulchra*) and Brown Anole (*Anolis sagrei*) in Taiwan

委託單位：行政院農業委員會林務局

執行單位：國立成功大學生命科學系
國立台灣師範大學生命科學系

研究主持人：侯平君 副教授 共同主持人：杜銘章 教授

研究人員：蕭之維、韋昕林

中華民國 九十五年 四 月 三十 日



林務局保育研究系列 944 號

入侵亞洲錦蛙與沙氏變色蜥之族群分布調查

侯平君、杜銘章

九十五年四月

目 錄

一、 中、英文摘要.....	1
二、 前言.....	3
三、 研究目的.....	6
四、 研究材料及方法.....	7
五、 研究調查資料分析.....	9
六、 結果與討論.....	12
七、 建議.....	16
八、 參考文獻.....	18
表一~二	22
圖一~十三	24
附錄一~二	37

一、中、英文摘要

亞洲錦蛙 (*Kaloula pulchra*) 原產於台灣以外的東南亞地區，沙氏變色蜥 (*Anolis sagrei*) 原產於古巴及巴哈馬列島，兩者近年均在台灣野外建立族群。本研究探討兩者在台灣南部之分布現況與相對豐度。亞洲錦蛙目前的核心分布範圍在鳳山水庫附近約 40 平方公里的區域，在核心區外有三處不連續分布的地點 (屏東科技大學、高雄縣美濃鎮與杉林鄉)，可能是人為引入。亞洲錦蛙在大多數發現地點都有生殖族群，其體型大且生長快速，未來極有可能繼續向外擴張，且對本地生態產生衝擊，宜持續進行監測。另外，在北部及南部的寵物店亦有販售亞洲錦蛙，一旦被棄養或放生將助長其向外擴散的可能，相關單位應儘速制定寵物販售的管理辦法。亞洲錦蛙的皮膚具有毒性，誤食有中毒危險，亦可能對原生種捕食者造成威脅，應積極對民眾進行教育宣導。沙氏變色蜥目前的分布範圍以嘉義三界埔苗圃為中心，約 3 平方公里。呈現高密度小範圍的分布狀態，分布中心約 1 平方公里。沙氏變色蜥在其他國家已有一些入侵案例，是具有高入侵風險的物種，所幸其族群尚未向外擴張，故建議積極評估移除或降低族群的可能，教育且建立周圍鄉鎮通報的系統，以持續監測沙氏變色蜥在台灣的状态。此外，沙氏變色蜥與當地的斯文豪氏攀蜥 (*Japalura swinhonis*) 的棲枝選擇和棲枝高度似有明顯重疊，二者是否會有資源競爭的情形，有待進一步的研究。

The Asiatic painted frog (*Kaloula pulchra*) and the brown anole (*Anolis sagrei*) were originally distributed in the Southeast Asia and the Islands of Bahamas, respectively. The two species have established in the fields of Taiwan in recent years. We investigated the distributions and relative abundance of these two species in southern Taiwan. The Asiatic painted frog occurred continuously in an area of 40 km² around the Fongshan Reservoir and discontinuously occurred in the other three

locations in Pingtung and Kaohsiung counties possibly by human introduction. Breeding populations of the Asiatic painted frog have been observed in most of the distribution areas. The larvae are fast growing and have size advantages over the close relatives of native species. The adult frogs were sold in the pet shops in northern and southern Taiwan. Skins of Asiatic painted frogs are toxic and potentially harmful to humans. We urge the government to monitor the distribution of the Asiatic painted frog, take actions to regulate the trading of this species, and increase public awareness of its potential harms to humans and local ecosystems. The distribution of brown anole was found in an area of 3 km² around a plant nursery in Santzepu, Sheishan district, Chiayi county. The lizards occurred in high density in a small area of about 1 km². We strongly suggest removal of these lizards as soon as possible because they have a high invasive risk, and have not spread widely. We also recommend educating the local people to learn how to identify the brown anoles and establish a herald system to dig out any new spots where the brown anoles appear. Therefore, it is essential to monitor the brown anoles continuously. From our preliminary observations, there was no clear difference in perch utilization between the brown anole and the local Swinhoe's japalura (*Japalura swinhonis*). It merits further investigations of the competition between the two species.

二、前言

近年來因為人口增加、運輸貿易的快速成長及交通的便利，世界各地的交流更加頻繁。這些人類活動增加了動植物及微生物在世界各地的擴張(Pimentel et al, 2001)。這些非本地的物種有些原本引進當地作為農業利用或生物防治卻變成了害蟲。這些非本地的外來種不但造成農林漁牧的重大損失，甚至威脅人類的健康(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)。根據北美自然保育協會(Nature Conservancy of North America)和環境防衛基金(Environmental Defense Fund)的研究人員分析發現，造成美國 6500 種瀕危物種面臨絕種威脅的第二大主因就是外來種的入侵(賴維斯, 2001)。在族群數下降至瀕臨絕種及受威脅程度的物種中有 42%其發生原因和外來種的入侵有關(Pimentel, 2002)。外來種可藉由捕食、競爭或傳染疾病等不同機制危害原生物種的生存，嚴重時甚至會改變或危及當地的生態體系。因為島嶼生態系對外來種的抵抗力特別差，所以外來種對生物多樣性的威脅在島嶼生態系更是嚴重(Whittaker, 1998)。

外來種兩棲爬行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。最著名的例子包括海蟾蜍(*Bufo marinus*)引入澳洲造成的危害以及棕樹蛇(*Boiga irregularis*)在關島所導致的滅種危機。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)。棕樹蛇在第二次世界大戰後才意外的進入原本沒有蛇的關島，在 20 年內，其族群已遍佈全島，島上 13 種鳥類因其捕食而滅絕到僅剩 3 種可在野外見到(Rodda et al., 1997)。棕樹蛇除了幾乎消滅島上所有的鳥類和蜥蜴外，還造成許多傷人及電力中斷的案例。每年花費在處理棕樹蛇所造成問題的費用超

過 560 萬美金 (Pimentel *et al.*, 2001)。

和關島同為島嶼的台灣，已知建立野外族群的外來兩棲爬蟲類有：牛蛙 (*Rana catesbeiana*)、亞洲錦蛙 (*Kaloula pulchra*)、巴西龜 (*Trachemys scripta*)、多線南蜥 (*Mabuya multifasciata*) 和沙氏變色蜥 (*Anolis (Norops) sageri*)，但對於這些物種在台灣的詳細資料與研究都不多。亞洲錦蛙又名花狹口蛙，原產於尼泊爾及印度東北部，向東分布從緬甸、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, 圖一)。亞洲錦蛙於原生棲地的垂直分布高度侷限於海拔兩百公尺以下。亞洲錦蛙是夜行性的兩棲類，白天時多躲藏於自己挖掘的土洞中或是樹皮縫內，而夜晚的出現與整年的生殖行為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；最近兩年陸續在北高雄、屏東林邊及內埔等地有出現報導。目前已有台灣師大生科系碩士班梁高賓同學，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 m² 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。有關其詳細的分布情形，對本地生物多樣性及生態系的影響，則尚未有研究。沙氏變色蜥原產於古巴、巴哈馬列島的中小型變色蜥，體長約 4.8-6.4 公分，體重約 4-8 克的中小型變色蜥，具有大型趾墊、較短的吻部和可伸縮黃色或橘紅色的喉囊。常活動於地面、樹幹及灌叢間的地居者，屬於變色蜥中的「樹幹地面生態型」(trunk ground ecomorph) (Williams, 1983)。沙氏變色蜥的生理代謝雖如同其熱帶祖先缺少對溫度馴化的能力，但其具有較佳的行為調溫能力 (Rogowitz, 1996)，加上對干擾帶及城市的適應力不錯，使其擁有擴散入侵的潛力。再加上沙氏變色蜥的蛋可在海水中 6 小時而不影響其孵化 (Losos *et. al.*, 2003)，更加強其在島嶼間擴散的能力。自 1800 年代開始就陸續在

墨西哥、牙買加、夏威夷和美國佛州發現入侵，並對當地環境造成影響。例如在美國佛州入侵的沙氏變色蜥就影響當地綠變色蜥 (*Anolis carolinensis*) 的族群及棲息高度 (Campbell, 2002)，並且有捕食綠變色蜥幼蜥的紀錄 (Campbell and Gerber, 1996)。沙氏變色蜥的捕食會造成當地蜘蛛的密度和多樣性下降 (Wardle, 2002)。所以沙氏變色蜥和巴西龜同被列於全球有入侵危險的物種

(<http://www.invasivespecies.net>)。在美國佛州的沙氏變色蜥因為至少八次的入侵甚至使得其族群基因多樣性還高於原產地的古巴 (Kolbe *et al.*, 2004)，這使得被入侵地的佛州很容易就成了其他地區入侵的來源。從台灣沙氏變色蜥的基因來看，入侵的來源應該就是美國佛州。而在台灣沙氏變色蜥首先為 Gerrut Noval 於 2000 年 9 月間，在嘉義水上鄉得到二雄一雌的觀察採集記錄 (Norval *et al.*, 2002)。沙氏變色蜥在出現地族群量相當豐富，並有向鄰近果園擴散之情形。目前有東海大學生科系卓逸民教授，研究其對蜘蛛多樣性之影響，初步發現沙氏變色蜥並不會對整個蜘蛛相造成影響，而是造成特定類群蜘蛛的種類和數量減少 (黃等人, 2005)；南非籍 Gerrut Norval 先生與宜蘭技術學院森林系毛俊傑助教授，對其基礎生物學 (如生殖週期和食性) 進行研究，並檢查與其共域的斯文豪氏攀蜥的食性重疊情形。除了這些對本土物種影響的研究外，沙氏變色蜥較詳細的分布範圍也亟需了解，以便監視此外來種向外擴散的速度，及對本土環境影響的程度。

三、研究目的

本研究之目的為了解亞洲錦蛙 (*Kaloula pulchra*) 與沙氏變色蜥 (*Anolis sagrei*) 在台灣南部之分布現況與相對豐度，做為未來了解族群擴散、評估生態衝擊及防治對策的參考。

四、研究材料及方法

亞洲錦蛙

研究範圍共分為兩區，高雄區北起橋頭、南至林園，西起高雄市郊、東至高屏溪西岸；屏東區則為屏東科技大學一帶（圖二）。依五萬分之一的地圖將調查範圍劃分為 74 個 2×2 km 的調查方格（圖二），再從地圖上每個調查方格中找出水塘、公園、學校、綠地或溝渠等亞洲錦蛙可能利用的生殖場，經由實地勘查從每一調查方格中選出 1-3 個調查樣點，並對每個樣點進行衛星定位（附錄一）、拍照與棲地描述。

由 2005 年 4 月到 2006 年 3 月，於下雨當天或雨後兩天內至每個樣點進行調查。每個樣點共進行 6 次調查，每次調查間隔至少兩週以上。其中 4 次調查於 2005 年 4 月到 10 月進行，2 次調查於 2006 年 2 月到 3 月進行。調查時間為晚上 19:00 至 23:00，以定點鳴叫計數及目視遇測法估計亞洲錦蛙以及其他兩生類的相對族群豐度 (Heyer *et al.*, 1994)。每次於到達調查點後，先安靜等候至少 3 分鐘，此後 5 分鐘內聽聲音辨識蛙種，並記錄數量等級。數量共分四級：0、I (1-5 隻)、II (6-10 隻) 和 III (成群鳴叫不可數)。聽聲辨識之後，再進行 5 分鐘目視搜尋，記錄看到的成體數、卵及蝌蚪情況（附錄二）。若聽聲辨識時無蛙鳴，於目視搜尋期間聽到蛙鳴聲仍須記錄。此外，有些較隱蔽的生殖場，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。

沙氏變色蜥

我們使用五千分一台灣地區衛星影像基本圖的方格座標系統 TWD97 做為取樣方格的分割。以每 500 公尺見方做為一方格，並以最先發現沙氏變色蜥的三界埔苗圃旁的方格(197000-197500, 2591500-2592000)編號為區域 1，向西再向北順時針依序編號，以利未來紀錄比較（例：圖一方格右下角數字）。在每個方格樣區中，取樣長度總和為 1000 公尺的既有道路做為調查樣線。選擇非雨天的白天進行調查，於樣線上以步行，目視方式蒐尋樣線兩旁約 5 公尺內之植被、建物、

地面的爬行類動物。記錄其數量，棲息高度，棲息植株及周邊環境。調查範圍以最初發現地點水上鄉三界埔苗圃為核心，逐步向外擴張調查，至外圍樣區不再發現沙氏變色蜥為止。目前調查範圍包含台灣地區影像基本圖的三界埔(圖號 9419-I-029)、頂六(圖號 9419-I-030)、石路仔(圖號 9419-I-039)、柚仔宅(圖號 9419-I-040)。主要調查時間以民國 94 年的春夏季為主，在春夏季發現沙氏變色蜥的方格樣區中，於秋冬季再做一次調查，以初步了解沙氏變色蜥的季節活動差異。

五、研究調查資料分析

亞洲錦蛙

亞洲錦蛙屬於狹口蛙科 (Microhylidae) 為中型蛙類，體長可達 7.5 公分，外表肥胖，吻極短，後肢粗壯有力，背側顏色對比明顯。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。全身皮膚表面有顆粒狀突起，具有黏液 (圖三 A)。亞洲錦蛙的蝌蚪眼睛為黑色，位於兩側，嘴開口於前端，體色變化多，由灰色至黑褐色皆有，腹面透明可見到消化道 (圖三 B)。其外型類似小雨蛙蝌蚪，但體表沒有金色斑點，腹部內側也沒有金色膜，為主要區分的特徵。

亞洲錦蛙在每個調查方格的相對豐度，以六次調查之累計鳴叫數量等級及累計個體數兩種方式呈現。而發現頻度則為六次調查中有記錄到亞洲錦蛙的次數。當一個調查方格有兩個以上的調查點時，以發現亞洲錦蛙次數最多的樣點為代表。

以定點鳴叫計數法調查，共計發現 8 個調查方格有亞洲錦蛙生殖個體出現 (圖四 A、圖五 A)；其中 3 個調查方格發現頻度為 33% (2/6)，另外 5 個調查方格發現頻度為 17% (1/6)；累計鳴叫數量等級有兩格為 3、五格為 2、一格為 1。

以目視搜尋調查則有 12 個樣方有亞洲錦蛙變態個體、卵或蝌蚪出現 (圖四 B、圖五 B)；其中 3 個調查方格發現頻度為 50% (3/6)，4 個調查方格發現頻度為 33% (2/6)，另外 5 個調查方格發現頻度為 17% (1/6)；累計已變態的小蛙或成蛙數量從 2 隻到 15 隻不等，部分樣方可發現 1000 個以上的卵或蝌蚪。

由於棲地的差異，有些棲地適用鳴叫計數法，而非生殖的個體、蝌蚪或卵則需以目視才能發現。結合上述兩種調查方法，共計可發現 12 個樣方有亞洲錦蛙的分布，與目視搜尋調查結果相同，但是發現的頻率比兩種方法單獨使用時高 (圖六)。十二個樣方中，有一個發現頻度為 66% (4/6)，兩個發現頻度為 50% (3/6)，

六個發現頻度為 33% (2/6)，另外三個發現頻度為 17% (1/6) (圖六)。

調查結果顯示目前亞洲錦蛙的分布主要位於大寮鄉的精忠四村 (39 號樣方) 發現頻率為 66%；其次為鳳山水庫 (55 號樣方) 與大寮鄉的拷潭村 (44 號樣方)，發現頻率為 50%。而高屏溪以東的屏科大校園 (70, 71 號樣方) 發現頻率為 33% (圖六)。在 12 個有亞洲錦蛙記錄的樣方中，有七個樣方的亞洲錦蛙族群已經成功的進行繁殖 (有蝌蚪與卵的記錄)，其中四個樣方中亞洲錦蛙的生殖棲地為流動緩慢或積水不流動的水溝，另外三個為廢棄的積水水池與塑膠桶，這些棲地的水體上方均有植物或覆蓋物遮蔽，水中積有落葉，水色呈現褐色，水深在 10 公分至 60 公分之間 (圖七)。其餘未發現亞洲錦蛙的蝌蚪或卵的五個樣方中，有三個樣方曾記錄到成熟雄蛙的鳴叫，這些鳴叫使用的微棲地類型為有遮蔽的水溝與天然窪地水池。至於非鳴叫的個體則多在農田 (鳳梨田或竹林) 或空曠地覓食時被發現。

調查期間發現共有 14 種本土兩棲類與亞洲錦蛙出現於同一調查樣點中。每一個發現亞洲錦蛙的樣方中，都有其他台灣原生種蛙類出現 (表一)，出現的種類數最少為 1 種 (39 及 58 號樣方)、最多為 9 種 (71 號樣方)。最常見的共域種類為小雨蛙 (*Microhyla ornata*)、黑眶蟾蜍 (*Bufo melanostictus*)、與澤蛙 (*Rana limnocharis*)。在一些水域面積較大的溝渠及池塘中，亞洲錦蛙的蝌蚪也會與上述蛙類的蝌蚪共同出現。

此外，透過賞蛙情報網的網路資料與訪談資料整合，亞洲錦蛙的分布如圖八，但實際調查有些通報點並未發現亞洲錦蛙個體或蝌蚪。可能是這些點的族群數量並不多，並且沒有穩定的生殖場，加上 2005 年夏天颱風頻繁，可能造成個體被沖走或是生殖的干擾。但這些點仍需進一步確定通報的精確位置，以持續進行監測。

沙氏變色蜥

自民國 94 年 5 月起至 94 年 9 月的春夏季，共完成編號 1-15, 18-29, 44-46,

75-77 取樣方格 33 格的調查 (圖十)。調查時氣溫 32-33.1°C，相對溼度 62-66%。並於 10 月完成編號 16 及 30 方格的調查，氣溫 29-30°C，相對濕度 66%。其中共調查到的沙氏變色蜥 106 隻於 9 方格中(表二)，相關位置如圖十所示，以最初發現沙氏變色蜥的地點三界埔苗圃周圍的 1-4 號的 4 個方格為最多，調查目視數量分別為 18，23，16，37 (圖十)。除此 4 方格外的周邊則數量驟減，僅 6-9，12 號方格有發現沙氏變色蜥，數量從 1-5，而其餘的方格則都是 0 (圖十)。於 94 年 10 月至 95 年 2 月的秋冬季針對有沙氏變色蜥出現的 1-4，6-9，12 號共 9 個方格做重複調查，調查氣溫 16-19.8°C，發現僅有 1 號方格有沙氏變色蜥的出現 (圖十)。明顯顯示沙氏變色蜥的季節活動差異，並再次支持三界埔苗圃附近是密度最高的核心地區。

在調查過程中除了沙氏變色蜥外，同時調查到斯文豪氏攀蜥 (*Japalura swinhonis*)、蝎虎 (*Hemidactylus frenatus*)、長尾南蜥 (*Mabuya longicaudata*)、麗紋石龍子 (*Eumeces elegans*)、印度蜓蜥 (*Sphenomorphus indicus*)、草蜥 (*Takydromus sp.*)、石龍子 (Scincidae) 和草花蛇 (*Xenochrophis piscator*)。其中又以斯文豪氏攀蜥數量為最多有 109 隻於 25 格中 (表二)，其分布情形見圖十一。其中可見到斯文豪氏攀蜥的分布較為廣泛且數量差異較沙氏小。在沙氏分布的中心的 1-4 號方格中，斯文豪的數量不多。斯文豪氏攀蜥分布較多的地區為較南邊的 23、25 號方格。其他爬行動物調查到的相對數量及出現地區見表二。

若將所棲息的棲枝區分為樹、檳榔、地面及其他，並比較沙氏變色蜥及斯文豪氏攀蜥，則可見其二者差異並不明顯 (圖十二)。因為並未調查資源可利用度，一般樹種都合併且二蜥隻數並不相同，所以此圖並未表示二種蜥的偏好。但可見沙氏變色蜥並無利用較多的檳榔樹或地面。此外當針對棲枝高度每 50 公分為一組時，可見沙氏變色蜥最容易被見到的高度是 51-100 公分，和當地斯文豪氏攀蜥相同 (圖十三)。但地棲者的沙氏變色蜥並沒有較斯文豪氏攀蜥在地面上被發現的多。

六、結果與討論

亞洲錦蛙

總合而言，亞洲錦蛙目前主要分部地區一個在高屏溪西岸，以鳳山水庫為中心，南北長約 12 公里，東西寬約 6 公里的地區；另一個則在屏東科技大學校區內，長 2 公里、寬 4 公里的區域內。但於 2005 年 12 月最新通報且確認在高雄縣美濃的龍肚國中校園內有亞洲錦蛙出現，而更北的杉林鄉杉林村也有記錄。為何亞洲錦蛙會從最早發現的鳳山、林園一帶，跨過高屏溪，出現於屏東科技大學、杉林與龍肚國中校園中？這些點距離鳳山水庫有 26 至 49 公里遠，且中間地區並無亞洲錦蛙的發現記錄。這種不連續的分布，較合理的推測為人為引入或放生。由於亞洲錦蛙外型相當討人喜愛且容易飼養，北部已有寵物店販售 (Hou *et al.*, 2006)，2005 年 12 月 10 日屏東市明正國中對面也出現攤販兜售亞洲錦蛙成體(圖九)，未來若大量交易，再由飼主棄養或放生，其擴散的風險將大為增加。此外，雖然亞洲錦蛙目前的分布範圍主要在 40 平方公里的區域內，但本次調查發現的個體大多為出現於生殖場附近的繁殖個體，並且在多處樣點發現剛變態的小蛙、蝌蚪及卵，顯示亞洲錦蛙在台灣南部各處的族群均能順利繁衍，其分布範圍未來極有可能繼續向外擴張。且因亞洲錦蛙的繁殖棲地多為人工靜水域，如：蓄水池或是積水不流動的水溝，在大雨時蝌蚪可能透過排水系統擴散。由於亞洲錦蛙的出現與降雨及生殖活動密切相關，同一地點發現頻率多在 50% 以下，要能完全移除可能相當困難。加上被寵物販售以及棄養或放生，更加助長其向外擴散的可能，也無異是外來種生物擴散防治的一大漏洞。

亞洲錦蛙的發育速度很快，實驗室室溫 (約 27°C) 下，卵孵化成蝌蚪只要 1 天，蝌蚪約 2 週就能變態成小蛙。成體的體型為台灣小雨蛙的 3 倍，與黑眶蟾蜍體型相近。它的食性很廣泛，鳳山水庫的族群大多捕食螞蟻，與黑眶蟾蜍的食物種類很相似 (98% 重疊)，也會躲在人工養殖的蜂巢下捕食蜜蜂 (梁, 2005)。此外，根據國外文獻的報導，亞洲錦蛙的皮膚分泌物具有毒性 (Daly *et al.*, 2004)，於國內的蛇類餵食實驗也顯示只有眼鏡蛇會捕食亞洲錦蛙 (梁, 2005)。上述這

些因素使亞洲錦蛙成為具高風險的入侵生物，其未來對本地生物多樣性的威脅實在不容忽視。目前調查發現與亞洲錦蛙共域的本土兩棲類有小雨蛙、黑眶蟾蜍與澤蛙等十四種（表一），其中本土兩棲類的出現頻率雖然多高於亞洲錦蛙，但亞洲錦蛙對本土物種造成的長期影響仍須持續監測才能瞭解。

沙氏變色蜥

沙氏變色蜥於嘉義三界埔的分布現狀是呈現局部小地區較高密度的狀態存在（圖十），這和其本身可容許高密度族群的生物特性吻合。之前研究顯示其領域大小為 37.2 m^2 （Campbell, 2002），如果棲地許可，一方格為 500 公尺見方可容納高達 6720 個領域。在此次調查中分別在 5、6 月在 2、4 號方格中發現全長約 5 公分的初生小蜥蜴，這顯示沙氏變色蜥的族群如同 Gerrut Noval 所觀察的持續有後代繁衍的現象。目前仍侷限在初發現的三界埔的小區域可能的原因是在三界埔村的北邊及東邊具有赤湮河的天然屏障，要自然擴張過河僅能由少數橋樑，所以速度較慢。沙氏變色蜥所偏好的是開闊的干擾地和村庄旁（Campbell, 2002），所以當往南邊石路仔及柚仔宅的地區擴散時，這些丘陵地雖然大多也成了檳榔夾雜或種植果樹的干擾地區，但是有較農地旁多的闊葉樹，閉鬱度較高。而造成往南自然擴散的速度較緩。這種棲地偏好的情況也可能會反應影響在和斯文豪氏攀蜥分布地區互動關係上。雖然沙氏變色蜥出現的核心區域，斯文豪氏攀蜥的數量相對較低（圖十，圖十一），但這不能確認指出這是二種物種競爭排斥的後果。因為並無調查斯文豪氏攀蜥在沙氏變色蜥入侵前的分布狀況，目前的分布狀況也可以直接以棲地偏好做為解釋，例如斯文豪氏攀蜥較沙氏喜愛閉鬱度較高的棲地，所以較南邊的 23 號方格擁有較高的數量（圖十一）。而棲地對入侵和本土種爬行動物的競爭有一定程度的影響（Petren and Case, 1998），值得未來研究注意。另外直接競爭的情形而言，在沙氏密度很高的 1 號方格中，曾目擊斯文豪氏攀蜥的成體追趕沙氏變色蜥成體的情形。就成體外型大小而言斯文豪氏攀蜥是大於沙氏變色蜥的。但是沙氏是否會如同在美國佛州捕食綠變色蜥幼體一樣捕

食斯文豪氏攀蜥幼蜥？頻度是否多到會壓縮斯文豪氏攀蜥？目前都仍不清楚。而沙氏變色蜥除對其他物種可能有競爭壓力外，其本身就會捕食自己的幼蜥 (Nicholson, *et al.*, 2000)，或和其他蜥蜴互相捕食幼蜥的情形 (intra-guild predation, or IGP) (Gerber, 1999; Echternacht, 1999)，所以種內種間競爭的壓力也不小。所以入侵的沙氏變色蜥和本土物種的互動為何？對環境的衝擊為何？都需要更進一步的研究才能了解。

沙氏變色蜥是一種居住於地面的蜥蜴 (Campbell, 2002)，但是在調查中最易見到的高度是 51-100 公分。除了因為沙氏變色蜥有上樹活動或因領域性而上樹展示的習慣外，地面植被的高度也會影響結果。直接以目視法調查較大的障礙就是植被的遮擋，在地上的個體有機會被植被遮住。不過沙氏變色蜥有強烈領域性所以常會跳在樹上，以展示其鮮豔橘紅色的喉垂，如此會減輕當地被植物太密見不到蜥蜴的誤差。另一個可能受到調查法敏感度影響的是在地面發現的沙氏變色蜥較斯文豪氏攀蜥為少 (圖十三)。除反映現實外，若沙氏變色蜥對調查者較為敏感，而在地面時可能在被觀察到時就躲藏至植被下，而造成調查上的誤差。另外斯文豪氏攀蜥和沙氏變色蜥的棲枝高度雷同，所以是否二者會像沙氏及綠變色蜥一樣在棲枝選擇上產生競爭或影響值得注意。

Campbell 和 Gerber 於 1996 年推測沙氏變色蜥入侵美國佛州的原因應該是船隻帶入境，另外的可能引入途徑就是飼養寵物的逃脫，例如入侵夏威夷的沙氏變色蜥就有可能為逃逸寵物的後代 (Goldberg *et al.*, 2002)。而台灣的沙氏變色蜥卻不知道經由何種管道移入？以目前族群分布的狀態來看，三界埔苗圃應該是發源地，但三界埔村為務農的小村且不靠海，船運頻繁造成的入侵可能性較低。而以寵物逃脫的可能性考慮，在民國 93 年國科會寵物外來種爬行動物的調查中並未發現沙氏變色蜥，以三界埔的小鎮要有人私自飼養並逃脫的機會並不大。所以雖然能知道台灣入侵的沙氏變色蜥應來自於美國佛州，但經由何種管道卻不清楚。有待未來釐清，以防止以相同的管道入侵至其他縣市。另外如同 Narval 等人於 2002 所提，沙氏變色蜥可藉由交通工具如：車輛擴散，由於本次調查並未擴大

至嘉義縣其他鄉鎮，而著重於自然的擴散範圍，所以需要有關單位持續追蹤及調查，才可防止族群進一步擴散。

七、建議

亞洲錦蛙

由於亞洲錦蛙在台灣南部目前的核心分布範圍約 40 平方公里，且在大多數樣點也都有生殖族群，但發現頻率在 50% 以下，要完全移除需要很大的努力，困難度很高，並不建議在核心分布區進行移除。在核心區外有三處不連續分布的地點，可能是人為引入，是否能移除，仍需進一步評估。自然擴散加上人為引入，使亞洲錦蛙族群未來極有可能繼續增加並向外擴張，建議持續進行監測。

此外，調查發現亞洲錦蛙在北部及南部的寵物店均有販售，若被飼主棄養或放生，更加助長其向外擴散的可能，也無異是外來種生物擴散防治的一大漏洞。建議相關單位應儘速制定寵物販售的管理辦法，以減低外來生物入侵造成危害的風險。

亞洲錦蛙的皮膚會分泌黏液且具有毒性，若飼主誤食有中毒危險，亦可能對原生種捕食者（如蛇類）造成威脅。建議應積極對民眾進行教育宣導，鼓勵社會大眾不買賣、不飼養、不放生、不食用亞洲錦蛙。

沙氏變色蜥

沙氏變色蜥目前分布的範圍以嘉義三界埔苗圃為中心的 3 平方公里內，且相對密度較高的中心僅 1 平方公里，值得考慮人為移除的可能性。但面對沙氏變色蜥極高的密度和捕捉方法的限制，須審慎評估移除效率及方法。最好能針對不同年齡層使用不同的移除方式，例如成體可以直接捕捉的方法，而幼體或卵則宜清除堆積垃圾及雜物，並儘可能就地或在附近地區集中焚毀，以減少幼體和卵擴散至其他地區。移除的同時應持續調查其周圍分布的情形。除建議針對已建立的三界埔族群實行降低甚至移除的評估外，因為本研究僅針對自然擴散範圍調查，並不確定其他地區是否已經有不連續的分布的情況發生，故建議應儘早針對鄰近鄉鎮宣導及教育，並建立通報系統，以利持續監測追蹤沙氏變色蜥於台灣之分布情況。

此外，沙氏變色蜥可能成為寵物而進口至台灣，而有被棄養或是逃脫進而在野外建立族群。雖然目前仍未在外來種寵物中調查到，但對這種具入侵高危險性的物種，值得相關單位注意，以杜絕其他入侵途徑的可能。

沙氏變色蜥目前仍未有觀察到對經濟作物或農作物危害的情形或有潛在危險的可能，但對台灣本土物種及生態系的影響仍無法確知，有待進一步研究及調查。

八、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。
- 黃紹彰、偉家軒、Gerrut Norval 和卓逸民。2005。沙氏變色蜥 (*Anolis sagrei*) 對南部檳榔園蜘蛛相之影響。動物行為與生態 2005 聯合學術年會論文集，p15。
- 賴維斯·查理，2001。演化進行曲：從大象耳朵談起。胡桃木出版社，台北。320 頁。
- Berry, P. Y. 1964. The breeding patterns of seven species of Singapore anura. The Journal of Animal Ecology. 33(2):227-243.
- Campbell, T. S and G. Gerber. 1996. Natural History: *Anolis sagrei*: Saurophagy. Herp. Rev. 27:106.
- Campbell, T. 2002. *The Brown Anole (Anolis sagrei Dumeril and Bibron 1837)*. The Institute for Biological Invasions: The Invader of the Month, February 2001. Available from: <http://invasions.bio.utk.edu/invaders/sagrei.html>
- 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.
- 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.
- Daly, J.W., N. Noimai, B. Kongkathip, N. Kongkathip, J. M. Wilham, H. M. Garraffo, T. Kaneko, T. F. Spande, Y. Nimit, J. Nabhitabhata, T. Chan-Ard.

2004. Biologically active substances from amphibians: preliminary studies on anurans from twenty-one genera of Thailand. *Toxicon* 44(8):805-815.
- Echternacht, A. C. 1999. Possible causes for the rapid decline in population density of green anoles following invasion by the brown anole in the Southeastern United States. *Anolis Newsletter* V:22-27.
- Gerber, G. P. 1999. A review of intraguild predation and cannibalism in *Anolis*. *Anolis Newsletter* V:28-39.
- 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.
- Goldberg R. S., C. R. Bursey, and F. Kraus. 2002. Seasonal Variation in the Helminth Community of the Brown Anole, *Anolis sagrei* (Sauria: *Polychrotidae*), from Oahu, Hawaii. *American Midland Naturalist* 148:409-415.
- Heyer, W. R., M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L.-A. C. Hayek, and M. S. Foster, editors. 1994. *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Hou, P.-C. L., T.-W. Shiau, M.-C. Tu, C.-C. Chen, T.-Y. Chen, Y.-F. Tsai, C.-F. Lin, and S.-H. Wu. 2006. Exotic amphibians in the pet shops of Taiwan. *Taiwania* 51(2) (in press).
- 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.
- Kolbe, J.J. , R. E. Golr, L. R. Schettino, A. C. Lara, A. Larson and J. B. Losos. 2004. Genetic variation increases during biological invasion by Cuban lizard. *Nature* 431:117-118.

- Lever, C. 2001. The cane toad: the history and ecology of a successful colonist. Westbury Academic and Scientific Publishing, Yorkshire, United Kingdom.
- Losos, B. L., T. W. Schoener and D. A. Spiller. 2003. Effect of immersion in seawater on egg survival in the lizard *Anolis sagrei*. *Oecologia* 137(3): 360-362
- 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.
- Nicholson, K. E., A. V. Paterson and P.M.Richards. 2000. *Anolis sagrei* (brown anole) cannibalism. *Herp. Rev.* 31(3): 173-174.
- Norval, G., J.-J. Mao, H.-P. Chu and L.-C Chen. 2002. A new record of an introduced species, the brown anole (*Anolis sagrei*) (Duméril & Bibron, 1837), in Taiwan. *Zool. Stud.* 41: 332-336.
- Petren, K. and T. J. Case. 1998. Habitat structure determines competition intensity and invasion success in gecko lizards. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 95 : 11739-11744.
- 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 (ed.) *Biological Invasions: Economic and Environmental Costs of Alien Plant, Animal and Microbes Species*. CRC Press, Boca Raton, FL., USA. pp. 3-8.
- Pimentel, D., S. McNair, J. Janecka, J. Wightman, C. Simmonds, C. O'Connell, E. Wong, L. Russel, J. Zerm, T. Aquino, T. Tsomondo. 2001. Economic and environmental threats of alien plant, animal, and microbe invasions. *Agr. Ecosyst. Environ.* 84: 1-20.
- Rodda, G.H., T.H. Fritts and D. Chiszar. 1997. The disappearance of Guam's wildlife. *BioSci.* 47: 565-574.
- Rogowitz, G.L. 1996. Evaluation of thermal acclimation of metabolism in two

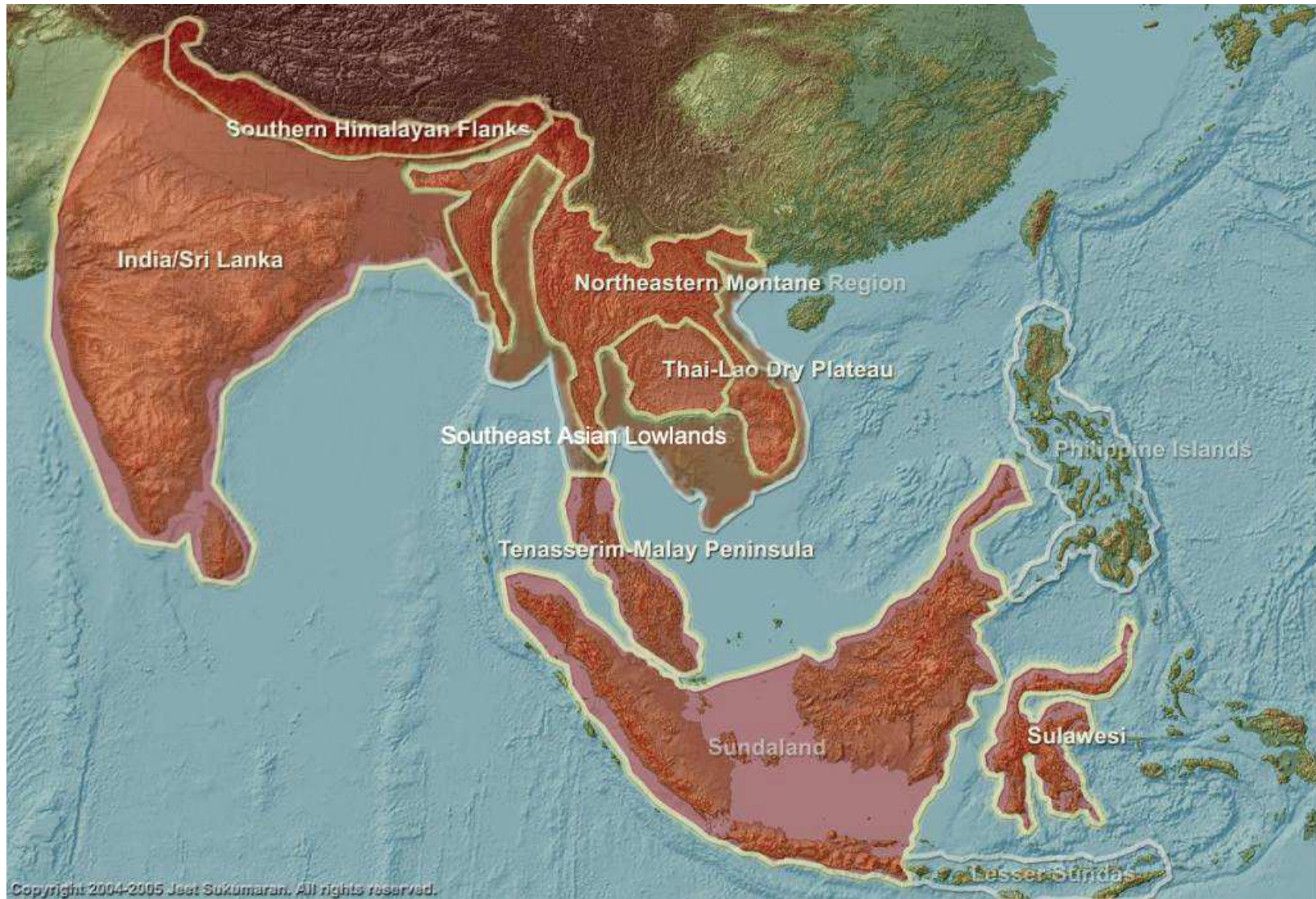
- euerythermal lizards, *Anolis cristatellus* and *A. sagrei*. *J. Therm. Biol.* 21(1): 11-14.
- Wardle, D. A. 2002. Islands as model system for understanding how species affect ecosystem properties. *Journal of Biogeography* 29:583-591.
- Wilcove, D. S., D. Rothstein, J. Dubow, A. Phillips and E. Losos. 1998. Quantifying threats to imperiled species in the United States. *BioSci.* 48: 607-615.
- Williams, E. E., 1983. Ecomorphs, faunas, island size, and diverse endpoints in island radiations of *Anolis*. In R. B. Huey, E. R. Pianka, and T. W. Schoener (eds.), *Lizard Ecology: Studies of A Model Organism*. pp. 326-370. Harvard University Press, Cambridge, MA, USA.
- Whittaker, R. 1998. *Island Biogeography: Ecology, Evolution and Conservation*. Oxford University Press, London, UK, 304pp.
- Wittenberg, R. and M.J.W. Cock. 2001. *Invasive Alien Species. A toolkit of best prevention and management policies*. CABI Publishing, Oxfordshire, UK, 228pp.

表一、與亞洲錦蛙出現於同一調查樣區中之其他蛙類和發現頻度。

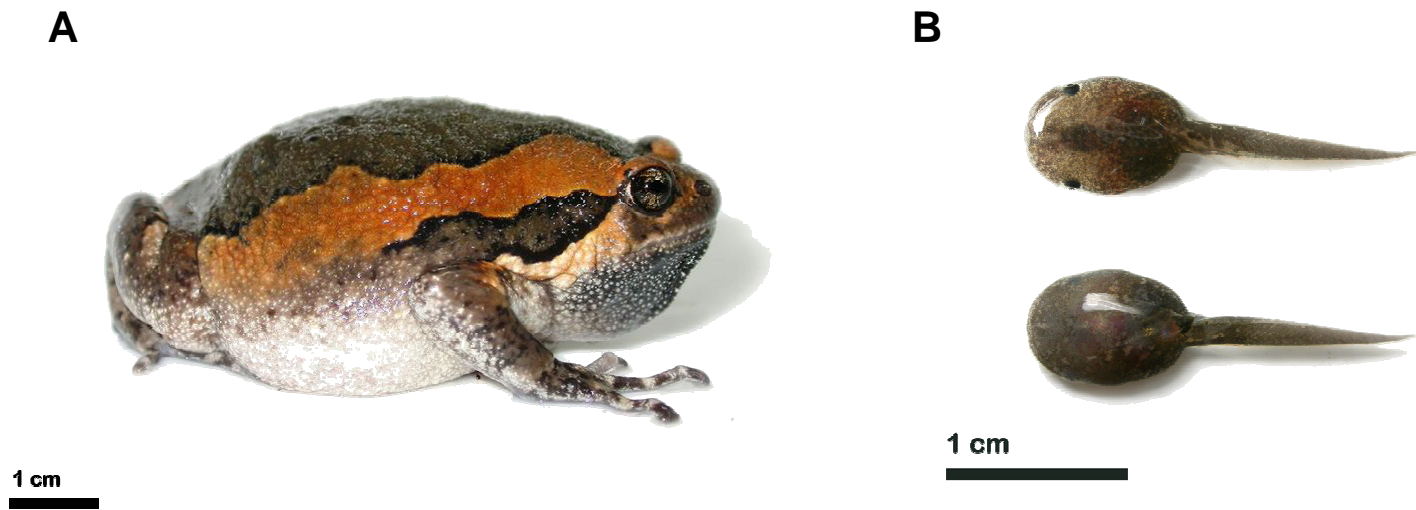
樣方 編號	亞洲錦蛙 發現頻度 (%)	其他蛙類發現頻度 (%)
39	66.7	小雨蛙 (16.7)
44	50.0	小雨蛙 (33.3)、黑蒙西氏小雨蛙 (50)、 黑眶蟾蜍 (50)、澤蛙 (83.3)、貢德氏蛙 (16.7)、 虎皮蛙 (33.3)
45	33.3	小雨蛙 (50)、黑眶蟾蜍 (33.3)、澤蛙 (66.7)
46	16.7	黑眶蟾蜍 (33.3)、澤蛙 (33.3)、貢德氏蛙 (16.7)
49	16.7	小雨蛙 (66.7)、黑眶蟾蜍 (50)、澤蛙 (33.3)、 中國樹蟾 (16.7)
54	33.3	小雨蛙 (66.7)、黑眶蟾蜍 (16.7)、澤蛙 (83.3)、 貢德氏蛙 (66.7)
55	50.0	小雨蛙 (33.3)、黑眶蟾蜍 (16.7)、澤蛙 (50)、 貢德氏蛙 (33.3)、拉都希氏赤蛙 (16.7)、 中國樹蟾 (16.7)
58	33.3	黑眶蟾蜍 (16.7)
59	16.7	小雨蛙 (66.7)、黑蒙西氏小雨蛙 (33.3)、 黑眶蟾蜍 (50)、澤蛙 (66.7)、中國樹蟾 (16.7)
61	33.3	小雨蛙 (66.7)、澤蛙 (66.7)、虎皮蛙 (50)
70	33.3	小雨蛙 (16.7)、黑眶蟾蜍 (33.3)、澤蛙 (33.3)、 虎皮蛙 (16.7)、拉都希氏赤蛙 (16.7)、 白領樹蛙 (16.7)
71	33.3	小雨蛙 (50)、黑眶蟾蜍 (50)、盤古蟾蜍 (50)、 澤蛙 (33.3)、金線蛙 (16.7)、台北赤蛙 (33.3)、 白領樹蛙 (33.3)、日本樹蛙 (33.3)、褐樹蛙 (33.3)

表二、嘉義三界埔爬行動物相對數量及出現位置。

物種	相對數量	出現方格編號	季節
沙氏變色蜥 (<i>Anolis sageri</i>)	106	1-4,6-9,12	春夏
沙氏變色蜥 (<i>Anolis sageri</i>)	4	1	秋冬
斯文豪氏攀蜥 (<i>Japalura swinhonis</i>)	109	1,3,6-11,13,14,16, 18-25,27,30,44,46,75,77	春夏
蝎虎 (<i>Hemidactylus frenatus</i>)	10	5,7,10,11,14,24,77	春夏
長尾南蜥 (<i>Mabuya longicaudata</i>)	9	2,4,6,8,12,16,21,25,44	春夏
長尾南蜥 (<i>Mabuya longicaudata</i>)	3	3,7,8	秋冬
麗紋石龍子 (<i>Eumeces elegans</i>)	18	8,10,19,20,22,25,30,46	春夏
麗紋石龍子 (<i>Eumeces elegans</i>)	1	9	秋冬
印度蜓蜥 (<i>Sphenomorphus indicus</i>)	6	20,22,23,44	春夏
印度蜓蜥 (<i>Sphenomorphus indicus</i>)	3	7,8,9	秋冬
草蜥(<i>Takydromus sp.</i>)	3	6,9,10	春夏
石龍子(Scincidae)	6	8,9,20,21,24	春夏
草花蛇 (<i>Xenochrophis piscator</i>)	1	23	春夏



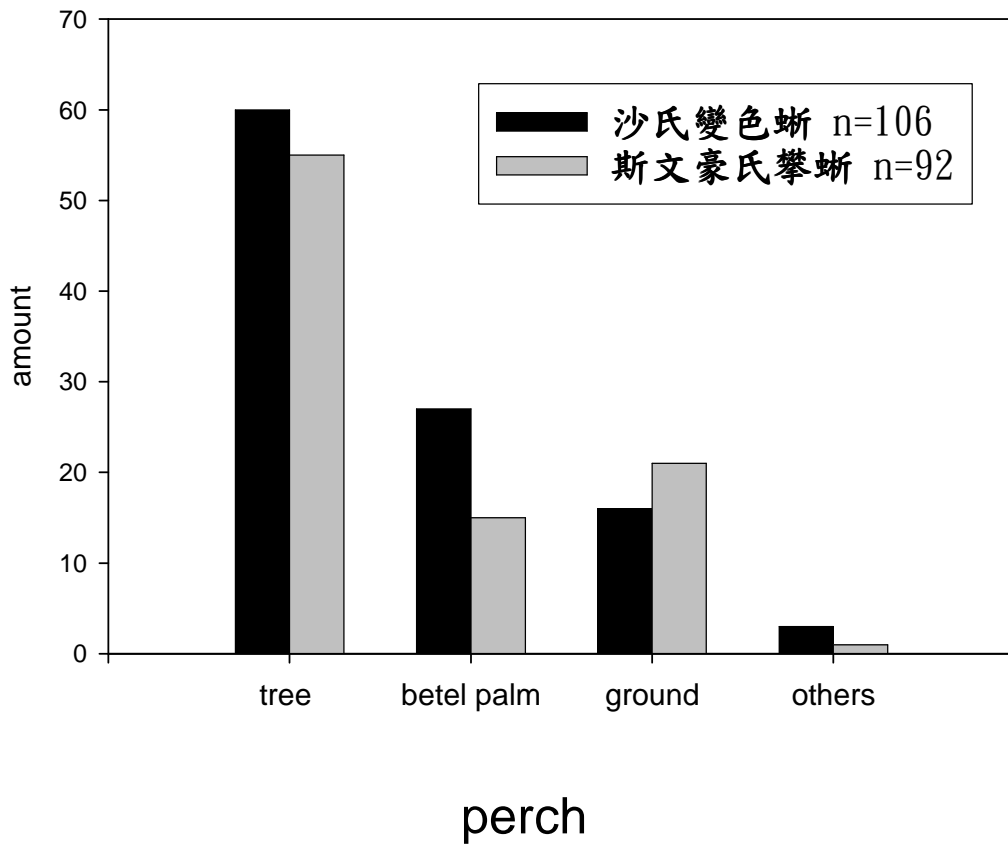
圖一、亞洲錦蛙分布圖。圖整理自 <http://frogweb.org/Default.aspx>，資料來源 Inger 1999。



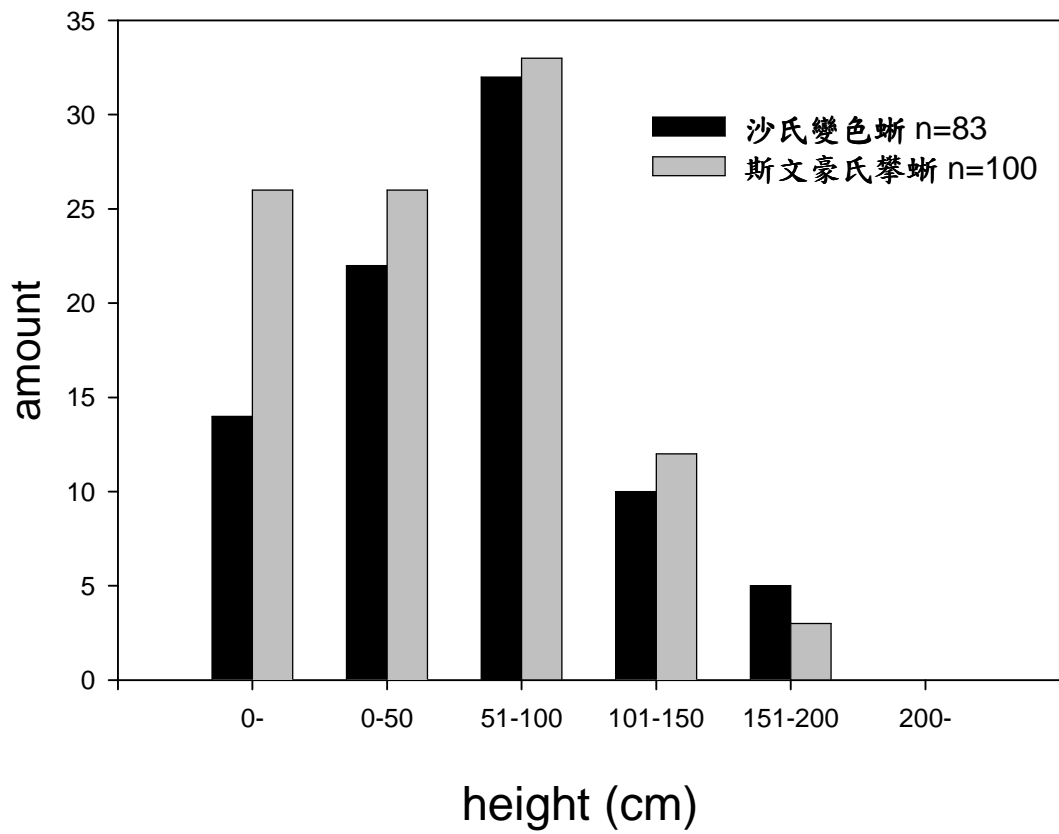
圖三、亞洲錦蛙成體(A)與蝌蚪(B)。



圖九、屏東市明正國中對面攤販兜售的亞洲錦蛙成體。



圖十二、沙氏變色蜥(*Anolis sageri*)與斯文豪氏攀蜥(*Japalura swinhonis*)棲枝種類比較圖。



圖十三、沙氏變色蜥(*Anolis sageri*) 與斯文豪氏攀蜥(*Japalura swinhonis*)棲枝高度分布圖。

附錄一、亞洲錦蛙樣方內調查點的二度分帶座標。

樣區	座標	樣區	座標
1	176838, 2516882	45-1	186602, 2498196
2	179931, 2516772	45-3	186527, 2498699
3	180552, 2517282	45-4	186549, 2498376
5	184811, 2517970	46	188999, 2498408
6	177568, 2514762	46-2	188465, 2499985
7	178989, 2515222	47	191131, 2499745
8	181124, 2515344	48	183308, 2496304
10	184189, 2514446	49	185035, 2497139
13	183956, 2512631	49-1	185202, 2497112
14	184597, 2512572	49-2	185139, 2497635
16	181558, 1510206	50	186258, 2497200
17	184004, 2510763	51	189338, 2496228
19	179961, 2508396	51-2	188054, 2497494
20	180330, 2509481	52	191083, 2497022
21	183727, 2509419	52-2	190259, 2496237
22	184367, 2508928	52-3	190231, 2496235
24	180162, 2507682	53	183312, 2496408
25	182586, 2505972	54	185670, 2494398
26	184716, 2507325	54-1	185752, 2494074
27	187006, 2506720	55	186827, 2494205
28	189147, 2506736	55-1	187151, 2494142
30	183145, 2505536	56	188861, 2495378
31	185303, 2505206	57	190455, 2495425
32	187522, 2505278	57-2	190077, 2494920
33	189263, 2505257	58	185193, 2493144
34	182948, 2502152	59	187078, 2492862
35	184754, 2502339	59-1	186272, 2492121
36	186907, 2502610	59-2	186388, 2493347
37	188550, 2503155	60	188753, 2492822
39	185659, 2501629	61	184298, 2490121
40	186374, 2500505	62	186503, 2491421
41	189173, 2501451	63	188426, 2491050
42	191099, 2500341	64	187088, 2489180
43	183177, 2497903	65	188413, 2489181
44	185501, 2498700	70	209731, 2504567
45	186673, 2498991		

附錄二、亞洲錦蛙調查記錄表。

亞洲錦蛙調查記錄表

日期：

天候：小雨 大雨 雨後一天 雨後兩天

記錄者：

樣點 編號	溫度	開始調查 時間	聲音計數				目視計數				備註（共棲蛙類等...）	棲地描述
			0	<5	II	III	成體	幼體	蝌蚪	卵		

<5：為 5 隻之內鳴叫，請直接在空格中寫下數量

II：為 5~10 隻鳴叫，請直接在空格中