

嘉義縣水上鄉三界村及週遭地區 沙氏變色蜥族群調查結案報告



計畫主持人：國立成功大學生命科學系 邱慈暉 助理教授

協同主持人：真理大學生態觀光經營學系 莊孟憲 講師

委託機關：行政院農業委員會林務局嘉義林區管理處

執行機關：國立成功大學

中 華 民 國 1 0 1 年 7 月 2 7 日

目錄

中文摘要	iii
Abstract.....	iv
壹、前言	1
貳、工作項目及研究方法.....	5
1. 文獻回顧：	5
2. 現況分布調查：	5
3. 移除個體調查：	6
4. 族群動態資料分析：	7
5. 歷年移除資料分析：	7
參、結果與討論.....	8
1. 嘉義縣水上鄉三界村與鄰近地區沙氏變色蜥分布現況調查	8
2. 水上鄉三界村與鄰近地區沙氏變色蜥與共域蜥蜴亞目棲地類型利用百分比 ..	10
3. 網格普查與出現頻度(occurrence frequency)	16
4. 移除個體全長與吻肛長迴歸關係之建立	18
5. 嘉義市與六腳鄉沙氏變色蜥族群(之移除)概況	20
6. 以棲地佔據模式(occupancy model)估計沙氏變色蜥棲地佔據率及偵測率	20
肆、結論與建議.....	29
伍、參考文獻.....	31
陸、附錄	35
附錄 1「嘉義縣水上鄉三界村及週遭地區沙氏變色蜥族群調查」委託辦理案第一次 審查會議廠商回覆意見對照表	31
附錄 2「嘉義縣水上鄉三界村及週遭地區沙氏變色蜥族群調查」委託辦理案第二次 審查會議廠商回覆	33
附錄 3 嘉義縣水上鄉三界村及週遭地區蜥蜴亞目出現網格位置與累計數量	39

中文摘要

沙氏變色蜥(*Anolis sagrei*)於 2000 年在台灣開始入侵台灣，目前發現分布於嘉義縣和花蓮縣。本計畫旨在調查水上鄉三界村與鄰近地區沙氏變色蜥族群分布，並探討移除捕抓對沙氏變色蜥族群之影響。自 2011 年 10 月至 2012 年 7 月的調查記錄，共發現蜥蜴亞目 5 科 9 種 786 隻次，以沙氏變色蜥累計數量最高，在分布方面，以斯文豪氏攀木蜥蜴有分布之網格數為最多。沙氏變色蜥在中尺度與小尺度的棲地利用類型多樣且比較能適應人類的生活環境，然而需進一步探討才能夠了解沙氏變色蜥是否會因為這個特性隨著人類的活動而播遷擴散。依目前網格分布結果顯示，嘉義縣水上鄉三界村與鄰近地區之沙氏變色蜥，相較於核心區已確定有往外擴散的趨勢，雖沙氏變色蜥經過多年的移除捕抓，然而歷年來的補助移除資料並無法確認進行獵捕之區域，因此目前仍無法估算移除是否有抑制沙氏變色蜥擴張速率的成效。在棲地佔據模式的模擬方面，水上鄉三界埔與鄰近地區的沙氏變色蜥棲地站有率(ψ)在繁殖季、非繁殖季與綜合兩季等三種模式的結果比原生的斯文豪氏攀木蜥蜴、長尾南蜥與印度蜓蜥來得低，可能是沙氏變色蜥入侵佔有棲地的能力不至於影響到其他原生種蜥蜴的空間利用；或是沙氏變色蜥族群長期受到移除捕抓的結果。沙氏變色蜥偵測率(p)在繁殖季、非繁殖季與綜合兩季等三種模式均較其他種蜥蜴高，模式中亦顯示印度蜓蜥與其有顯著的共域現象。如要評估沙氏變色蜥族群擴張情況與共域蜥蜴之關係，持續監測沙氏變色蜥是有必要的。未來可結合學術單位進行移除，紀錄捕獲地點(網格)、捕獲日期時間與捕獲棲地類型等資訊，同時培訓可參與調查與移除工作的志工，並透過網路建立通報系統，以掌握沙氏變色蜥族群分布情況。

Abstract

The invasion of the brown anole (*Anolis sagrei*) in Taiwan was first record in 2000. Now, the brown anole can be found in Chiayi and Hualien County. The aims of this project are to investigate its population distribution and to assess the influence of removal strategy on brown anole population. We record a total of 786 individuals belonging to 9 species in 5 families from October 2011 to July 2012. The most abundant species was brown anole, and it alone contributed 31% of the total abundance. While Swinhoe's japalura (*Japalura swinhonis*) occupied the highest number of grids. The brown anole showed a diverse of habitat use both in the meso- and micro- scale, and most of them occurred in artificial habitats. Whether the brown anole spread through human activities is worth further investigation. Comparing the number of grids brown anole occupied in 2007 and this year, the results showed more occupied sites in this year than 2007. As for population removal strategy assessment, because the location where removal strategy has been applied can not be identified, we are unable to assess its effectiveness against brown anole population increasing. Results of occupancy modeling showed the values of brown anole habitat occupancy (ψ) in the breeding season, non-breeding season and autumn were lower than which of the native species, including Swinhoe's japalura, long tailed skink and Indian forest skink. There might be two possible reasons: first, the brown anole invasion does not affect the habitat use of native lizards; or second, the population of brown anole has been reduced by removal. However, the detection probability (p) of the brown anole in the three models is higher than other lizards. The model also showed the Indian forest skink was significantly sympatric with the brown anole. It merits further investigations of the cause of this phenomenon and the competition between the two species. Academic institutions should be involved in the implement of brown anole removal strategy. In the future removal, we strongly suggest the location, the date, the time,

and the habitat of specific removal event should be well identify and record. Well trained volunteers should participate in field survey and removal work. Besides, in order to know the newly invasion event well, notification system through the internet should be set up.

壹、前言

沙氏變色蜥 *Anolis sageri* (Duméril and Bibron, 1837)，學名同物異名(Synonym)為 *Norops sagrei*，英文名 Brown anole、Cuban brown anole，屬於有鱗目(Squamata)、蜥蜴亞目(Lacertilia)、美洲鬣蜥科(Iguanidae)、變色蜥屬(*Anolis*)爬蟲類，又名褐樹蜥、古巴小樹蜥、安(樂)東蜥。原產於中美洲島嶼地區，如古巴、巴哈馬列島等地。

沙氏變色蜥棲地利用類型為半樹棲(semi-arboreal)型，主要利用地面到樹幹(trunk-ground)的空間，腳趾細長且有皮瓣(lamellae)(Williams, 1983; Campbell, 2002)。沙氏變色蜥皮膚顏色可從淺灰色到褐色到幾乎全黑等色階之間變化，體表分布有許多不規則淺色斑駁的圖案，尾巴基部有點橫向壓縮，且有斷尾並再生的能力。沙氏變色蜥外觀上最特別的特點即是喉部有鮮艷且可擴展的肉垂(extensible dewlap 或 throat fan)，肉垂顏色為橘紅色為底並分布有黃白色斑點，在領域宣示或交配時會有不斷擴張肉垂的展示行為。沙氏變色蜥有明顯的雌雄兩型性(sexual dimorphism)，雄性肉垂比雌性明顯且面積大，雌性個體背部常可見淺色鋸齒形或菱形淡色斑塊，雄性則通常缺乏此特徵。成熟雄性沙氏變色蜥吻肛長(SVL, snout vent length)超過 6 公分，重量大約 6-8 公克，雌性個體很少超過 5 公分，體重大約 3-4 公克(Campbell, 2002)。沙氏變色蜥在出生後隔年夏季即可達性成熟，具有繁殖能力，佛羅里達州的族群研究發現，此地區的沙氏變色蜥存活時間至少 18 個月，學者推測生活史應該可達兩倍以上(King, 1966, Lee et al., 1989)。在佛羅里達州成年沙氏變色蜥主要繁殖季在春天和夏天，3 月與 4 月雄性沙氏變色蜥會進行繁殖領域的競爭(Lee et al., 1989)。雄性領域競爭非常激烈，甚至會發生互咬或用下巴敲擊另一隻雄性的行為(Estrada and Rodriguez, 1986)。在繁殖季節，雄性沙氏變色蜥同性間除了肢體衝突之外，還會利用不斷擴展肉垂進行展示行為，此行為同時也是對雌性個體的求偶行為(West-Eberhard, 1983)。在整個繁殖季節，雌性沙氏變色蜥大約每隔一周會排一個卵至兩個卵，左、右卵巢會交替產卵(Gordon, 1956)。受精後的卵產在植物體或地面，大約 60-90 天孵化，剛孵化出來的幼體約 1.5-1.8 公厘(Duellman and Schwartz, 1958)。

由於沙氏變色蜥性熟僅需一年，且卵細胞與精細胞能在短時間內生成，一年可多次生產等特性(King 1966, Lee et al. 1989；Schoener et. al, 2001；Schoener et. al, 2004)，因此一旦成功入侵某個地區，即建立穩定的族群並開始擴散。自 1800 年代起，沙氏變色蜥陸續在美國本土發現，沙氏變色蜥在美國本土的入侵歷史為例，最早由 Garman 於 1887 在佛羅里達南部島鏈(Florida keys)的小島上發現(Garman, 1887; Garman, 1888)，1940 年代開始在佛羅里達南部發現(Bell, 1953)，1980 年代在佛羅里達州的蓋恩斯維爾(Gainesville)都會區已可發現大量的族群(Godley et al, 1981)，往後的十多年沙氏變色蜥迅速擴張到佛羅里達州(Florida)北部、喬治亞州(Georgia)、路易斯安那州(Louisiana)和德州(Texas) (Campbell, 1996)。沙氏變色蜥在美國本土是很強勢的入侵外來種蜥蜴，Campbell(2003)發現僅 12 雌 6 雄引入佛羅里達州的小島，在 4 年後密度高達 8000-15000 隻/公畝。除此之外，包括開曼群島(Cayman Islands)(Roughgarden, 1995)；墨西哥(Mexico)、貝里斯(Belize) (Calderon et al., 2003; Rodriguez, 1999; Schwartz and Henderson, 1991)；瓜地馬拉(Guatemala)、宏都拉斯(Honduras)、亞買加(Jamaica)(Landwer et al., 1995; Roughgarden, 1995)；格瑞那達(Granada)、西印度群島(West Indies)(Greene et al., 2002)；夏威夷(Hawaii)(Goldberg and Bursey, 2000)等地均有沙氏變色蜥成功入侵的紀錄。

台灣於 2000 開始有沙氏變色蜥的紀錄。南非籍的海瑞(Norval)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)，立即引發政府單位及學者的高度重視。有學者指出可能是隨著貨物進入台灣(Shiau et al., 2006)，然而真實的原因仍不明。東海大學生命科學系研究其對蜘蛛多樣性之影響(黃紹彰，2007)，發現沙氏變色蜥並不會影響整個蜘蛛相，而是造成特定類群蜘蛛種類和數量上的減少(黃紹彰等，2005；Huang, Norval, and Tso, 2008)。海瑞(Norval)與宜蘭技術學院森林系毛俊傑副教授發表許多沙氏變色蜥的文獻，記錄長尾南蜥(Norval, Mao and Chu, 2004)、黑冠麻鷺 (Chiu, Norval, Chu, and Mao, 2011) 與白梅花蛇(Norval, and Mao, 2008)捕食沙氏變色蜥的紀錄。經由室內餵食實驗，白梅花蛇(成蛇及新生幼蛇)、紅斑蛇、臭青公、黑頭蛇等四種蛇會捕食沙氏變色蜥(侯平君、杜銘章與毛俊傑等, 2007)，並推測赤背松柏根亦可能為沙氏變色蜥的捕食者。海瑞先生等人在嘉義縣水上鄉三界埔地區發現沙氏變色

蜥與麗紋石龍子之棲息地有重疊的現象，且麗紋石龍子有驅趕沙氏變色蜥的行為(Norval, Mao and Slater, 2012)。值得注意的是 2002 年 3 月 20 日，海瑞曾在三界埔一帶發現綠變色蜥(green anole; *Anolis carolinensis* Voigt 1832)，並捕抓製作成標本(Norval, Mao and Goldberg, 2012)，不過截至目前為止，本研究團隊及海瑞先生皆無再發現綠變色蜥的紀錄(私人通訊)。另外，海瑞等人曾紀錄沙氏變色蜥出現雄性生殖腺病變的案例(Norval et al., 2006)，

林務局於 2005-2006 年進行「入侵亞洲錦蛙與沙氏變色蜥之族群分布調查委託研究計畫」、2006-2007 年進行「入侵亞洲錦蛙族群分布監測與沙氏變色蜥移除委託研究計畫」，研究結果發現沙氏變色蜥出現在嘉義三界埔苗圃周邊 1.5 km 之區域內，呈現小區域高密度的分布。2007 年林務局開始與當地學校合作，進行移除工作，共移除 844 隻；同年首度於花蓮國興里發現沙氏變色蜥(張乃千，2007)。另外，林務局於 97 年補助嘉義縣政府委託嘉義大學蕭文鳳教授進行沙氏變色蜥研究，於當年度 11 與 12 月，共標記 102 隻，再捕獲 46 隻(蕭文鳳, 2008)；98 年(2009 年)進行入侵外來種沙氏變色蜥移除計畫，自 98 年 6 月 25 日起至 8 月 6 日止於水上鄉國姓村、三界辦公室及成功國小等三處設收集站，收價成蜥每隻 20 元；幼蜥每隻 10 元，每周回收 1 次，計收集 88,385 隻，酬勞金分第三期在三界村辦公處現場發放完成，酬勞金總計發給民眾 152 萬 5910 元整。99 年度(2010 年)再次執行入侵外來物種沙氏變色蜥防治計畫，並擴大社區參與方行，每隻個體不分大小收購獎勵金為 10 元，並舉辦如以 8 隻換雞腿便當、3 隻換啤酒及獵蜥達人比賽等活動，於 99 年 7 月 28 日止，共計移除 152,821 隻個體，發給民眾獎勵金計 152 萬 8210 元整，經費全數由農委會林務局補助。向民眾收得沙氏變色蜥個體以酒精加染色劑浸泡裝於玻璃瓶中儲藏，於計畫結束後全數掩埋處理或送焚化爐燒毀處理。100 年度(2011 年)嘉義縣沙氏變色蜥移除工作總計移除 137,093 隻，發給獎勵金 137 萬 930 元。98 至 100 年度(2009-2011 年)共計移除 378,299 隻，發放補助獎勵金 4,425,050 元，平均每隻沙氏變色蜥移除成本為 11.70 元。

嘉義林區管理處為了解嘉義縣三界埔及周遭地區之沙氏變色蜥，經過多年民眾參與移除計畫之後，其族群分布是否有擴張之趨勢，並了解其分布現況，擬透過本計畫完成

以下目標：

1. 就嘉義縣水上鄉三界村及週遭地區進行沙氏變色蜥族群分佈調查並進行沙氏變色蜥族群變動趨勢分析，以利後續進行移除工作之評估。
2. 評估目前移除沙氏變色蜥之成果效益，並擬定移除策略，作為生態保育及外來種移除的參考依據。



圖 1. 沙氏變色蜥雄蜥。左圖:沙氏變色蜥雄蜥停棲於廢棄建材；右圖:沙氏變色蜥肉垂擴展情形，可見其外緣為黃色，整塊肉垂顏色大抵為橘底黃點。

貳、工作項目及研究方法

1. 文獻回顧：

收集歷年監測移除計畫與相關文獻，了解原族群分布情況。

2. 現況分布調查：

(1)調查範圍：

以沙氏變色蜥主要分布地區嘉義縣水上鄉三界村為核心，依 2007 年研究發現之分布範圍，向外延伸 1 公里進行調查，以了解沙氏變色蜥是否有往外擴張的趨勢(圖 2)。

(2)樣區選擇：

在調查範圍內，依據前人研究將調查範圍劃分為 500 m × 500 m 網格系統，依網格內現有之步道或道路系統為樣線，每 1 網格至少設立 1 條樣線。共有 132 個網格(圖 2)，每個均為 500 m × 500 m 的網格，以嘉義縣水上鄉三界埔苗圃為起點，逆時針依序編號，不過經過現地探勘，編號 57、69、78、117、119 與 122 號等 6 個網格因故無法進入調查，所以本計畫共進行 126 個網格的調查。每個網格內各設計一條 100 公尺之調查樣線(圖 2)。

(3)野外調查：

利用非雨天之白天於前述選定之樣線，以目視法進行調查。每次調查由調查員搜尋樣線兩旁約 5 公尺範圍內之沙氏變色蜥及其他種類蜥蜴，紀錄個體數量與個體出現之中尺度棲地與微棲地類型。本計畫於 100 年核定日起至 101 年 6 月止，共進行 8 次重複。調查期間最高溫度 36.4℃，最低溫 20.5℃，平均溫度 29.00±2.9℃；濕度最高 80%，最

低溫 34%，平均濕度 $52.98 \pm 0.07\%$ 。

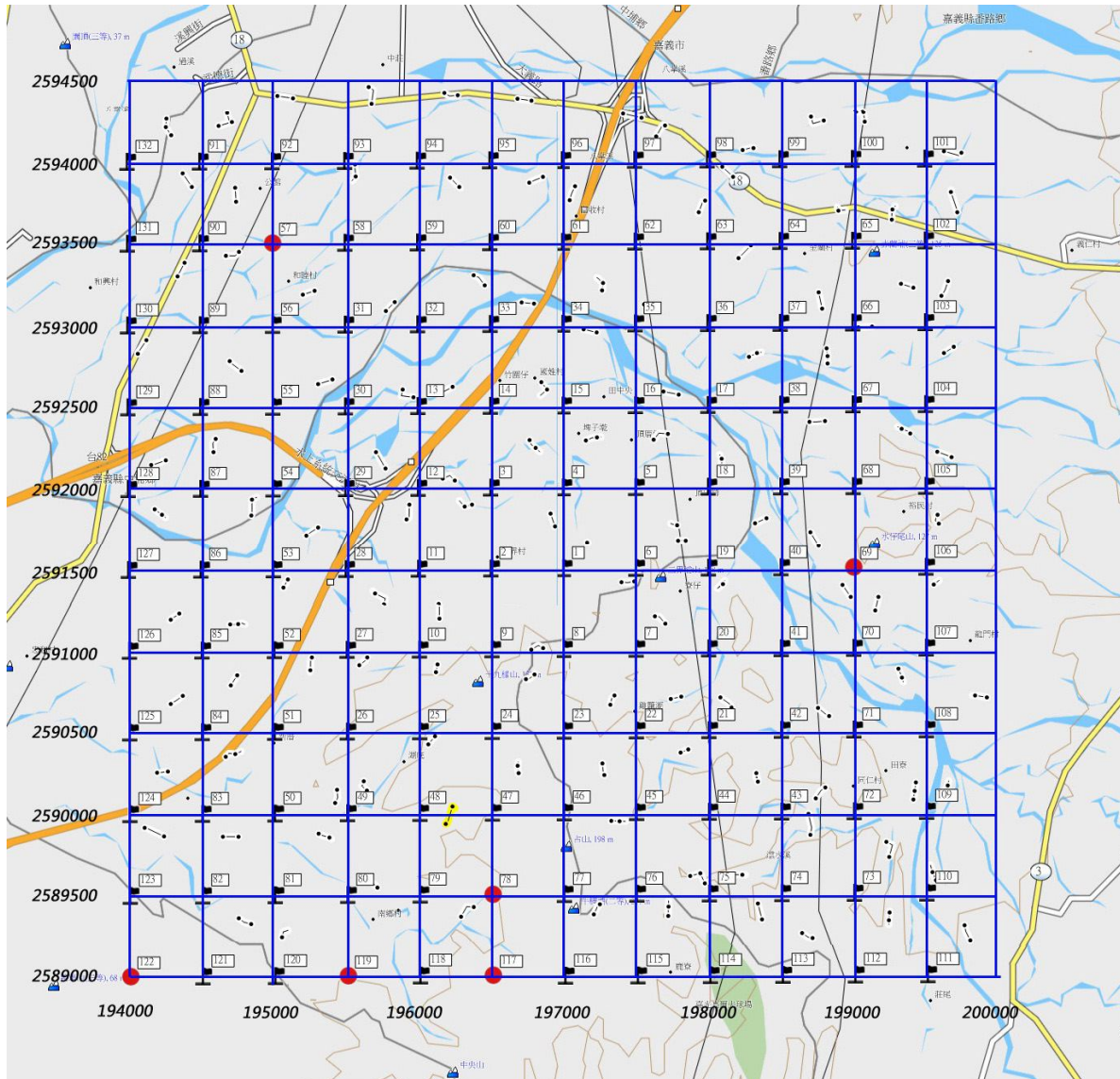


圖 2. 沙氏變色蜥調查網格及樣線。網格內黑色細線條為 100 公尺樣線，每個網格左下角方框內數字為網格編號，紅色標記代表此樣方內無法劃設樣線，原因包括無聯外道路可進入、軍事用地等因素，X 軸與 Y 軸為橫向麥卡托 2 度分帶(TM2)座標。

3. 移除個體調查：

配合民國 100 年度嘉義縣政府執行移除捕蜥計畫，從 8 月 31 日和 9 月 7 日收集的蜥蜴浸泡標本中分別隨機抽取 528 及 532 隻沙氏變色蜥，合計 1060 隻進行型質測量、性別與年齡判斷。先以浸泡標本中之完整個體進行全長以及吻肛長的測量，建立「吻肛

長與全長回歸方程式」，並依據前人研究(侯等, 2007)所得之沙氏變色蜥幼體、亞成體及成體與全長的劃分(全長<5cm 為初生幼體，5~7cm 為亞成體，7cm 以上為成熟個體)，利用「吻肛長與全長回歸方程式」回推該生活史時期全長之吻肛長，藉此判別斷尾標本的年齡，以建立所移除族群之年齡結構。

4. 族群動態資料分析：

以網格資料呈現其分布情形，分析沙氏變色蜥之出現頻度等級，並與前人研究比較是否有擴張的現象。另外以棲地佔據模式(occupancy model)，估計沙氏變色蜥棲地佔據率及偵測率，作為反映族群變動之指標。

5. 歷年移除資料分析：

分析歷年捕獲與獎勵金發放資料，由每次收集日之數量資料回推當年未移除前之族群量，並進行年間比較。

叁、結果與討論

1. 嘉義縣水上鄉三界村與鄰近地區沙氏變色蜥分布現況調查

本計畫共發現 5 科 9 種有鱗目(SQUAMATA)蜥蜴亞目(SAURIA)爬蟲類動物(表 1)，其中斯文豪氏攀木蜥蜴與台灣草蜥為特有種。本計畫共發現蜥蜴 786 隻次，沙氏變色蜥 258 隻次最多，佔總隻次的 32.82%；長尾南蜥 154 隻次次之，佔總隻次的 24.75%；印度蜓蜥 126 隻次排第 3 位，佔 16.03%；斯文豪氏攀木蜥蜴第 4 位，佔 15.90%，以上 4 種蜥蜴合計佔所有發現物種的 84.35%(表 2)。

佔有網格數以斯文豪氏攀木蜥蜴 63 格最多，長尾南蜥 62 格次之，印度蜓蜥 40 格第三，沙氏變色蜥則佔有 36 格第四位，總計在 126 個調查網格中，僅有 14 個網格沒有任何一種蜥蜴佔有的紀錄(表 2)。

本計畫於 100 年核定日起至 101 年 6 月止 8 次重複調查日期分別為：第一回合調查期間為 2011/10/26~2011/10/31；第二回合調查期間 2011/11/25~2011/12/01；第三回合調查期間為 2011/12/26~2012/01/01；第四回合調查期間為 2012/02/13~2012/02/19；第五回合調查期間為 2012/03/24~2012/03/30；第六次調查期間為 2012/04/24~2012/04/30；第七回合調查期間 2012/05/26~2012/05/31；第八回合調查期間為 2012/06/24~2012/07/01。由圖 2 可看出不同種的蜥蜴主要活動的時間不同，長尾南蜥在第四回合調查(2 月中旬)開始記錄到的隻次增加；印度蜓蜥則在第五回合(3 月下旬)調查時記錄到的隻次增加；斯文豪氏攀木蜥蜴則有第六回合(4 月下旬)到第八回合(6 月下旬)記錄到的隻次逐漸增加。沙氏變色蜥在冬季活動的個體數較其他蜥蜴來的多，且除了第四、第五及第八回合調查外，沙氏變色蜥均為當回合調查最優勢的物種(圖 3)。沙氏變色蜥在上述三回合的調查中數量減少的原因，是否與獵捕壓力增加有關，需與嘉義縣政府執行移除捕蜥計畫資料配合，然而目前移除捕蜥計畫資料並無法確認捕抓地點與捕抓日期，因此尚不能肯定與

捕獵情況加劇有關。

表 1. 水上鄉三界村與鄰近地區蜥蜴亞目動物名錄

科名	物種名
美洲鬣蜥科 Iguanidae	沙氏變色蜥 <i>Anolis sagrei</i> (Duméril & Bibron, 1837)
飛蜥科 Agamidae	斯文豪氏攀蜥* <i>Japalura swinhonis</i> (Günther, 1864)
石龍子 Scincidae	印度蜓蜥 <i>Sphenomorphus indicus</i> (Gray, 1853)
	長尾南蜥 <i>Mabuya longicaudata</i> Stejneger, 1907
	麗紋石龍子 <i>Eumeces elegans</i> Boulenger, 1887
	多線南蜥 <i>Mabuya multifasciata multifasciata</i> (Kuhl, 1820)
壁虎科 Gekkonidae	蠍虎 <i>Hemidactylus frenatus</i> Schlegel, 1836
正蜥科 Lacertidae	古氏草蜥 <i>Takydromus kuehnei</i> Van Denburgh, 1909
	台灣草蜥* <i>Takydromus formosanus</i> Boulenger, 1894

註：本計畫蜥蜴亞目動物之科別(family)、中文名與學名採用中央研究院生物多樣性研究中心台灣生物多樣性資訊入口網 <http://www.taibif.org.tw/zh>。*表示台灣特有種。

表 2. 水上鄉三界村與鄰近地區不同種蜥蜴佔有網格數與累計隻次

物種	佔有網格數	發現隻次	百分比
沙氏變色蜥	36	258	32.82%
斯文豪氏攀蜥	63	125	15.90%
印度蜓蜥	40	126	16.03%
長尾南蜥	62	154	19.59%
麗紋石龍子	21	31	3.94%
多線南蜥	4	5	0.64%
蠍虎	33	67	8.52%
古氏草蜥	11	18	2.29%
台灣草蜥	2	2	0.25%
總計	112	786	

註：佔有網格數總計計算方式並非所有物種佔有網格數之累計，而是該網格中只要有 1 種 1 隻次以上出現，且不管有幾種幾隻次共同佔有同一網格，都算是被佔有(occupy)1 網格，也就說 126 個網格中共有 112 個網格被佔有，僅有 14 個網格連 1 種物種都不曾出現過。

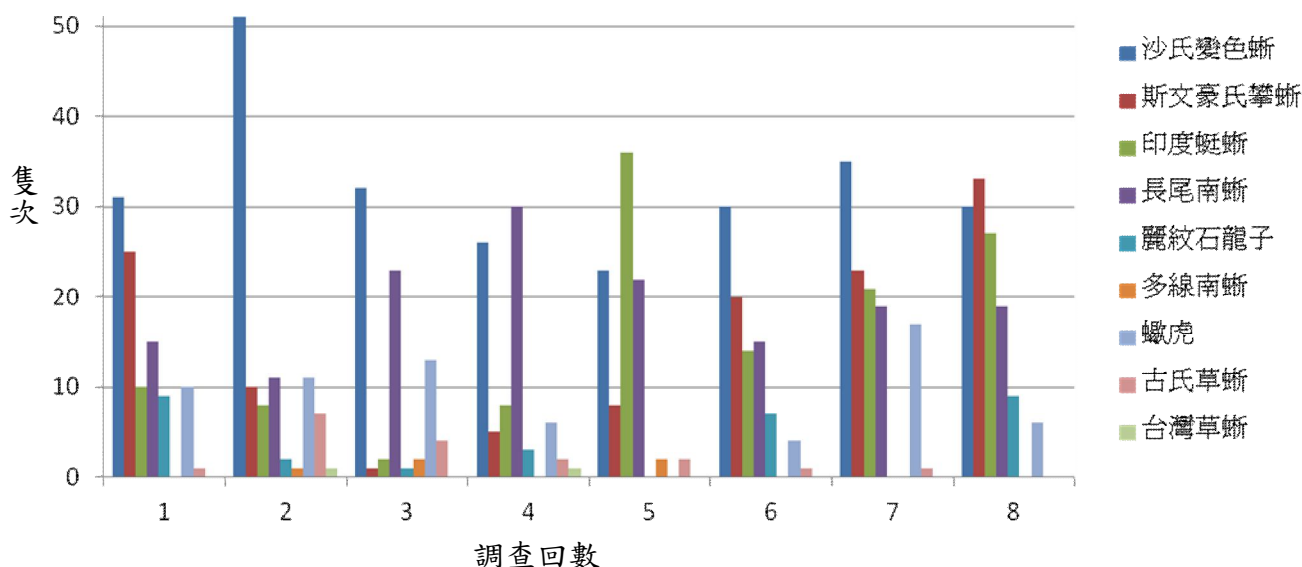


圖 3. 水上鄉三界村與鄰近地區不同調查回數蜥蜴群聚組成變化圖。由此結果看出沙氏變色蜥冬季活動力並沒有減少的趨勢，長尾南蜥族群量從第三次調查開始增加，印度蜓蜥則明顯在 4 月份起族群量有增加的情況。

2. 水上鄉三界村與鄰近地區沙氏變色蜥與共域蜥蜴亞目棲地類型利用百分比

本計畫依嘉義縣水上鄉三界村地區沙氏變色蜥調查範圍內之棲地類型，分為 4 種中尺度棲地類型(mesohabitat)和 12 種小尺度棲地類型(microhabitat)，相關定義如表 3。除了多線南蜥、古氏草蜥與台灣草蜥等三種物種以外，其餘蜥蜴均會利用 4 種中尺度棲地類型(圖 4)，其中斯文豪氏攀木蜥蜴明顯的以植被(vegetation)為主；印度蜓蜥、長尾南蜥與麗紋石龍子則會利用道路的比例較其他蜥蜴種類高；沙氏變色蜥則除了道路以外，其餘三種類型的棲地利用百分比都差不多。由卡方檢定結果顯示，與沙氏變色蜥共浴的 f 其他種蜥蜴，在中尺度的棲地利用上並沒有重疊(表 4)。

多線南蜥台灣草蜥由於數量太低(低於 10 隻次)，小尺度棲地利用情形容易有取樣誤差，除此之外，斯文豪氏攀木蜥蜴在小尺度棲地利用百分比上，有很高的比例利用林相相對於果園自然地樹林環境；印度蜓蜥、長尾南蜥與麗紋石龍子等三種石龍科的動物，在香蕉、柳丁、木瓜、檳榔、龍眼等果樹下、雖可發現其蹤跡，但仍最喜歡利用草叢環

境；沙氏變色蜥利用的小尺度棲地類型則比較多樣，幾乎每種小尺度環境均可發現其蹤跡，然而本研究發現沙氏變色蜥利用三界村與鄰近地區的檳榔園的比例並不高，與以往認知的喜歡利用檳榔園有不同的結果，反而以草叢與人工設施比例較高(圖 5)。沙氏變色蜥在中尺度與小尺度的棲地利用類型多元，在人造設施的利用結果僅比居家附近常見的蜥虎少，另外在盆栽的利用比例是所有蜥蜴最高的，這意味著沙氏變色蜥入侵台灣多年後已能適應人類的生活環境，然而是否會因為這個特性隨著人類的活動而播遷擴散，值得進一步探討。

Calsbeek 和 Cox(2010)以實驗調控的方式，在有沙氏變色蜥分布的島嶼中，分別以加入捕食者及加入沙氏變色蜥，探討捕食效應(predation)或是競爭效應(competition)對天擇(natural selection)的影響，結果發現在棲地利用行為上和體型上的輻射適應(adaptive radiation)，同種之間的競爭效應比捕食效應更重要。

表 3. 中尺度與小尺度棲地類型分類表

中尺度棲地類型 mesohabitat	小尺度棲地類型 microhabitat
果園 garden	高低莖作物(芋頭、香瓜)、柳丁、龍眼、木瓜、香蕉、檳榔和盆栽
植被 vegetation	樹林(包含造林與雜木林)、草叢等人為干擾較少之植被
人工設施 artifact	人工設施，包含電線杆、工寮、獨立住家或社區型住家外圍
道路 road	包含鄉道與產業道路等類型

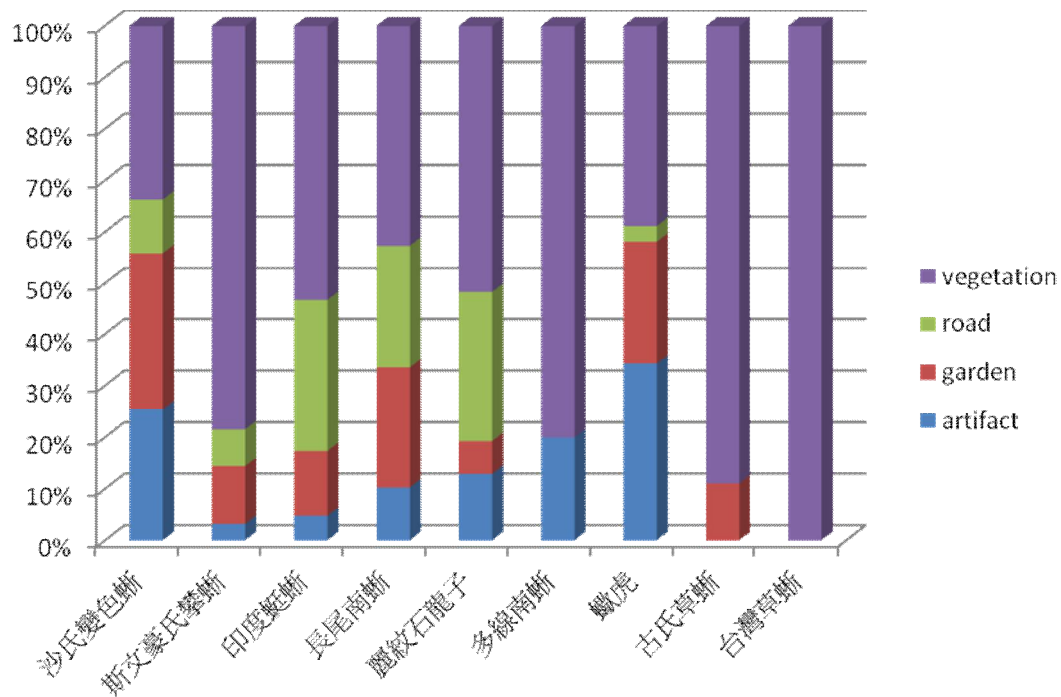


圖 4. 水上鄉三界村與鄰近地區沙氏變色蜥與共域蜥蜴亞目動物中尺度棲地利用百分比。

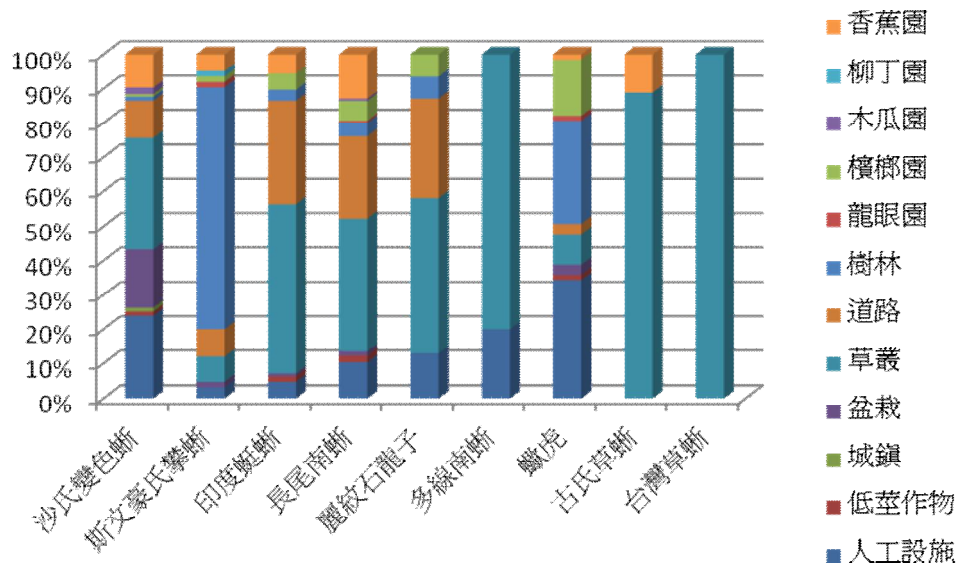


圖 5. 水上鄉三界村與鄰近地區沙氏變色蜥與共域蜥蜴亞目動物小尺度棲地利用百分比。

表 4. 各物種^a在中尺度的棲地利用之卡方檢定結果。

	印度蜓蜥	沙氏變色蜥	長尾南蜥	斯文豪氏攀蜥	蠍虎	麗紋石龍子
古氏草蜥	-	$\chi^2 = 22.468$ $p < 0.001$	$\chi^2 = 14.529$ $P = 0.002$	-	-	$\chi^2 = 10.274$ $p = 0.016$
印度蜓蜥	-	$\chi^2 = 56.768$ $p < 0.001$	$\chi^2 = 9.352$ $p = 0.025$	$\chi^2 = 23.39$ $p < 0.001$	$\chi^2 = 45.684$ $p < 0.001$	$\chi^2 = 3.448$ $p = 0.328$
沙氏變色蜥			$\chi^2 = 26.561$ $p < 0.001$	$\chi^2 = 72.006$ $p < 0.001$	$\chi^2 = 6.056$ $P = 0.109$	$\chi^2 = 17.802$ $p < 0.001$
長尾南蜥				$\chi^2 = 37.382$ $p < 0.001$	$\chi^2 = 27.13$ $p < 0.001$	$\chi^2 = 4.474$ $p = 0.215$
斯文豪氏攀蜥					$\chi^2 = 46.486$ $p < 0.001$	$\chi^2 = 17.807$ $p < 0.001$
蠍虎						$\chi^2 = 20.658$ $p < 0.001$

註：^a = 由於台灣草蜥及多線南蜥的發現次數過少，無法與任何其他物種以卡方檢定比較，故將之屏除。

- = 兩相比較的物種之其中一種，因資料筆數過少而無法進行卡方檢定。

3. 網格普查與出現頻度(occurrence frequency)

經過 8 回合調查，水上鄉三界村與鄰近地區沙氏變色蜥分布結果如圖 6。出現頻度(occurrence frequency)估算方式為該網格有調查到沙氏變色蜥的回數除以全部的調查回數(8)的百分比。前人研究(侯平君、杜銘章與毛俊傑，2007)共計錄 13 個網格，此為水上鄉三界村與鄰近地區沙氏變色蜥調查的核心區，包括編號 1 至 9、11、12、15、16。與該年度相較，本年度僅編號 8 號的網格是沒有記錄的，其餘均仍有發現紀錄。沙氏變色蜥共佔有 36 個網格有紀錄，最高出現頻度為 7 次(87.5%)，包括編號 3、15、28、29 與 30 號等 5 個網格；編號 7 與 33 號網格出現頻度為 6 次(75.00%)；編號 2 與 14 號網格出現頻度為 5 次(62.50%)；編號 1、6 與 11 網格出現頻度為 4 次(50.00%)；編號 5、18、39 與 110 網格出現頻度為 3 次(37.50%)；編號 4、16、27、34、53、101 網格出現頻度為 2 次(25.00%)；編號 9、12、13、26、41、52、58、73、74、84、96、108、111 與 112 網格出現頻度則僅 1 次(12.50%)。

由上述結果可以發現經多年補助移除後，最早發現的核心區族群仍持續擴張，外圍新拓殖族群已超過前人研究範圍(侯等，2007)，北邊已超過八掌溪進入中埔鄉，南邊則往台南市白河區方向擴散，但出現頻度均較低。

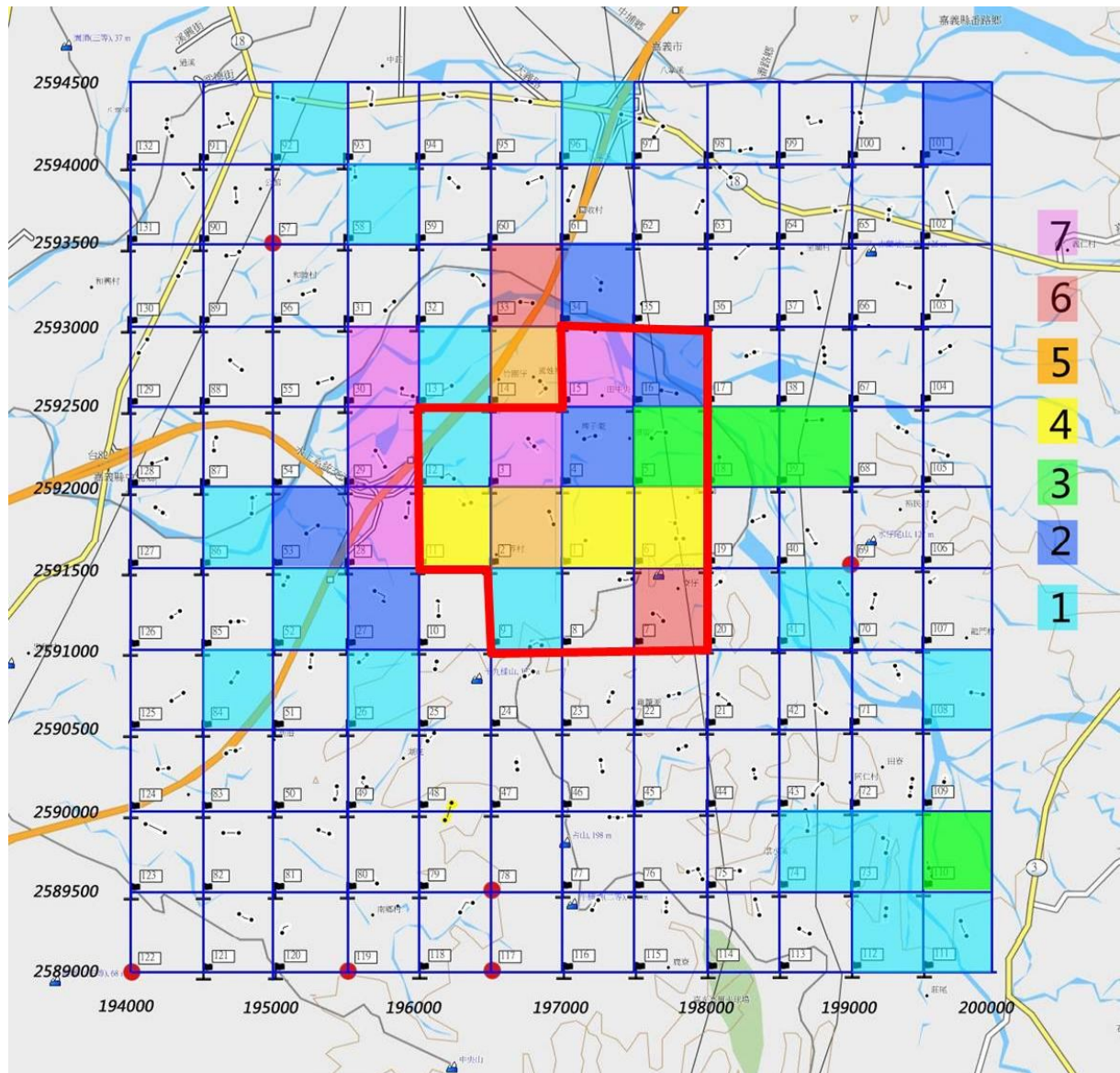


圖 6. 水上鄉三界村與鄰近地區沙氏變色蜥分布圖。淺藍色代表 7 次調查中發現 1 次；藍色代表 7 次調查中發現 2 次；綠色代表 7 次調查中發現 3 次；黃色代表 7 次調查中發現 4 次；橘色代表 7 次調查中發現 5 次；淺紅色代表 7 次調查中發現 6 次；粉紅色代表 7 次調查中每次都有紀錄。圖中紅色粗線條所包含的位置為 2007 年調查結果。

4. 移除個體全長與吻肛長迴歸關係之建立

沙氏變色蜥具有斷尾逃生的能力，經縣府補助移除收購的標本常發生尾部斷裂的情況，無法測量全長，本計畫從取樣的 1060 隻標本中再隨機選取 150 隻完整沙氏變色蜥屍體，測量吻肛長與全長，獲得兩者之迴歸關係(圖 7)。根據前人研究(侯等, 2007)，沙氏變色蜥的幼體全長<5cm，亞成體為全長<7cm，成體為全長>7cm，帶入回歸線公式，得到幼體所對應之吻肛長 <2.07cm，亞成體之吻肛長 <2.69cm，成體吻肛長 >2.69cm，藉此判別斷尾標本的年齡。

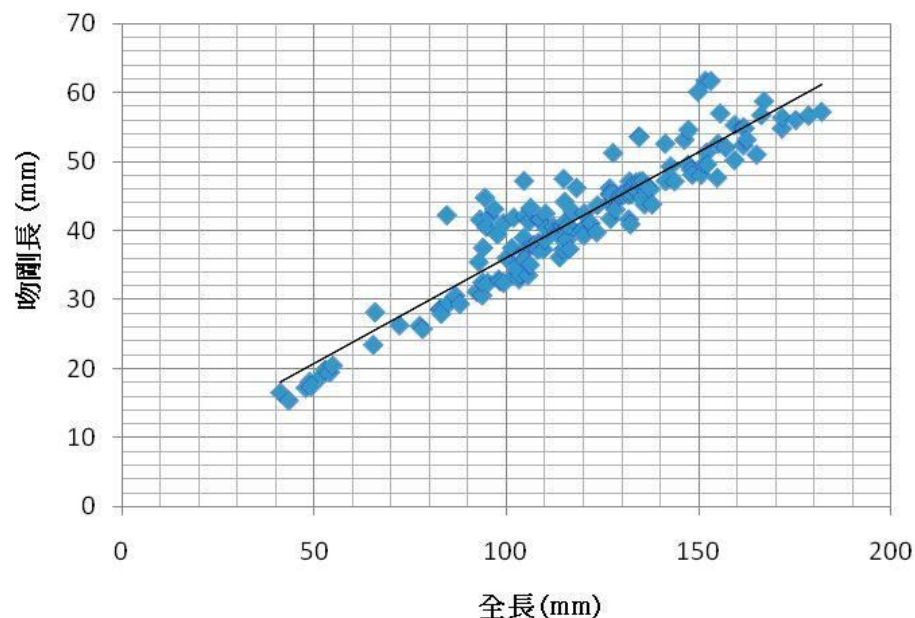


圖 7. 沙氏變色蜥吻肛長與全長之線性迴歸。迴歸方程式為 $y=0.31x+5.41$ ， $R^2=0.87$ 。

測量全部 1060 隻標本的吻肛長後，以上述回歸線公式所獲得之不同生活史時期吻肛長標準推測嘉義縣水上鄉三界村與鄰近地區沙氏變色蜥族群年齡結構如下表 5。Calsbeek 和 Cox(2010)以實驗調控的方式，在有沙氏變色蜥分布的島嶼中，分別以加入捕食者及加入沙氏變色蜥，探討捕食效應(predation)或是競爭效應(competition)對天擇(natural selection)的影響，結果發現在棲地利用行為上和體型上的輻射適應(adaptive radiation)，同種之間的競爭效應比捕食效應更重要。我們可以將持續的捕抓移除當作捕

食效應，本研究與前人研究相比(侯等, 2007)年齡結構差不多，型態上並無太大的變化，有可能與持續捕抓導致族群密度受到控制，在競爭壓力減少的情形下，型態上並不需要改變以適應入侵的環境。

表 5. 嘉義縣水上鄉三界村與鄰近地區沙氏變色蜥族群年齡結構。

階段 \ 日期	8/31	9/7
成體	70.45% (372 隻)	70.11% (373 隻)
亞成體	13.83% (73 隻)	16.92% (90 隻)
幼體	15.72% (83 隻)	12.97% (69 隻)
共計	528 隻	532 隻

5. 嘉義市與六腳鄉沙氏變色蜥族群發現紀錄與移除概況

嘉義市沙氏變色蜥最早是由國立嘉義大學生物資源學系許富雄助理教授於 2011 年 8 月份所發現，至 2011 年 11 月底目前由許富雄老師移除 15 隻次，特有生物保育中心林德恩研究員捕抓 3 隻，本團隊捕抓 12 隻，共計 30 隻次；另外六腳鄉之族群由 facebook 網路社群之網友提供相關資訊，本團隊於 2011 年 11 月 19 日捕獲 1 隻雄性個體。

6. 以棲地佔據模式(occupancy model)估計沙氏變色蜥棲地佔據率及偵測率

根據針對佛羅里達沙氏變色蜥的繁殖週期(reproductive cycle)的研究發現(Lee et. al, 1989)，雄性睪丸在 4-6 月份達到最大值，在 11 月至隔年 1 月份最小，另外水上鄉三界村地區之前的研究發現，雌性沙氏變色蜥體內卵成熟高峰在 4 月至 10 月(侯等，2007)。根據上述文獻，在八次調查中，我們將前四次調查的期間定義為非生殖季(約為 10-3 月)，而後四次調查的期間則定義為生殖季(約為 4-7 月)，並以非生殖季、生殖季及綜合兩季的調查結果分別進行估算。另外，因本年度並未針對樣區的环境因子(如各棲地類型的比例)進行調查，亦未詳細收集調查期間的氣象資料(如氣溫、降雨量、日照時數等)，故僅以最簡化的模式(即 $\psi(\cdot)$, $p(\cdot)$)來進行棲地佔有率估算。在綜合兩季的調查結果中，由於發現多線南蜥、台灣草蜥與古氏草蜥的樣格數過少，分別僅有 4、2 與 16 個樣格，故無法進行估算；此外，在非生殖季與生殖季期間，麗紋石龍子亦是因為各季調查發現的樣格數目過少，分別僅有 12 與 13 個樣格有發現，故也無法進行估算。

各物種之棲地佔有率與偵測率的估算結果如表 6 所示，在非生殖期間，棲地佔有率最高的物種為長尾南蜥(0.574 ± 0.104)，其次為斯文豪氏攀蜥(0.565 ± 0.214)，再其次為蝎虎(0.464 ± 0.153)；生殖季期間，棲地佔有率最高的物種為斯文豪氏攀蜥 (0.688 ± 0.139)，其次為長尾南蜥 (0.519 ± 0.091)，再其次為印度蜓蜥(0.316 ± 0.047)；而綜合兩季來看，棲地佔有率最高的物種為斯文豪氏攀蜥 (0.850 ± 0.119)，其次為長尾南蜥 (0.598 ± 0.059)，再其次為蝎虎(0.405 ± 0.079)。不論以非殖季、生殖季或綜合兩季的結果來看，沙氏變色蜥相較於其他物種，其棲地佔有率均較低，分別為 0.3 ± 0.047 、 0.198 ± 0.038 及 0.298 ± 0.042 。此結果顯示，沙氏變色蜥在目前調查區域內，族群分布範圍(僅有約 30% 的區域有分布)並未比其他共域的物種廣泛，這可能是近幾年施行大規模的移除活動，使其族群受到一定程度的抑制之結果。此外，在非殖季、生殖季或綜合兩季的結果中，沙氏變色蜥的偵測率則均是最高的，分別為 0.419 ± 0.052 、 0.499 ± 0.059 及 0.373 ± 0.03 ，表示相較於其他共域物種，要在同一樣格中重複調查發現沙氏變色蜥的機會是比較大的，雖然這可能是因為沙氏變色蜥本身較不易受到驚擾，較少隱密的躲藏，加上冬季的活動頻率比較高(圖 3)，而使得在調查中容易發現；然而，較高的偵測率，也可能是因為該物種在同一區域中有較高的族群量，所以增加了被偵測到的機會。綜合單季模式的估算結果，顯示沙氏變色蜥在調查區域內，相對其他物種而言，其目前的分布範圍雖小，但族群量可能是較高的，因此有沙氏變色蜥佔有的網格內族群量仍有增加的可能，但佔有棲地的擴散情況與未來的擴散速度則須在繼續監測才得以估計。

綜合兩季的資料來看，與沙氏變色蜥共域的物種當中，以麗紋石龍子、蝎虎、斯文豪氏攀蜥、長尾南蜥與印度蜓蜥的發現筆數較多，故我們將這五種物種與沙氏變色蜥的調查資料，進行二物種棲地佔據模式(two species model)的分析，以估算牠們各自與沙氏變色蜥，在棲地佔有率及偵測率方面的物種互動因子(species interaction factor, SIF；分別為 ϕ 及 δ)，並透過模式選擇的結果，進一步探討沙氏變色蜥與共域物種的互動關係，若發現其物種互動因子顯著大於或小於 1，表示有明顯共域或不共域出現的情形；反之，

若其物種互動因子等於 1，則表示兩物種的分布或被偵測與否是各自獨立的。

從模式選擇的結果中(表 7)，發現除印度蜓蜥外，麗紋石龍子、長尾南蜥、蝎虎與斯文豪氏攀蜥等大部分共域物種之棲地佔有率的互動因子(ϕ)，均略小於 1(表 8)，表示在族群的分布範圍方面，沙氏變色蜥與這些共域的物種相互間仍是獨立的。在估算印度蜓蜥與沙氏變色蜥的模式選擇結果中(表 7)，代表棲地佔有率互動因子不等於 1 的模式($\psi(S), \phi(\cdot), p(S), r(S), \delta=1$)為單一的最佳模式，比其他模式更顯著的符合調查資料($\Delta AIC > 2$)，兩物種棲地佔有率互動因子(ϕ)的模式平均值為 1.444 ± 0.258 (表 8)，顯示沙氏變色蜥與印度蜓蜥有明顯共域的分布情況。這種結果有幾種可能，其一為：兩者可利用的棲地資源重疊，其二為：分布受到人為干擾或附近沒有適合的棲所等原因，而使得牠們分佈在相同的區域範圍，其三為：印度蜓蜥主要為地棲性活動的種類，而沙氏變色蜥則是可利用樹上的棲息空間，目前並沒競爭行為的發現或記錄，可能是在垂直的空間分布上有所區隔所知，不過詳細可能性得進一步監測調查，以確認兩者之關係。海瑞等人曾紀錄麗紋石龍子有驅趕沙氏變色蜥之行為(Norval, Mao and Slater, 2012)，長尾南蜥捕食沙氏變色蜥等紀錄((Norval, Mao and Chu, 2004)，然而統計上兩者並未有顯著的共域現象。

表 6. 各物種在非生殖季、生殖季與綜合兩季之棲地佔有率(ψ)及偵測率(p)。

物種	非生殖季			生殖季			綜合兩季		
	ψ_{naive}	ψ	P	ψ_{naive}	Ψ	P	ψ_{naive}	ψ	p
沙氏變色蜥	0.258	0.3±0.047	0.419±0.052	0.186	0.198±0.038	0.499±0.059	0.29	0.298±0.042	0.373±0.03
麗紋石龍子	0.097	-	0.025±0.007	0.105	-	0.026±0.007	0.161	0.377±0.143	0.068±0.028
蠍虎	0.21	0.464±0.153	0.143±0.051	0.097	0.137±0.046	0.266±0.084	0.266	0.405±0.079	0.127±0.027
斯文豪氏攀蜥	0.21	0.565±0.214	0.113±0.046	0.37	0.688±0.139	0.177±0.04	0.508	0.850±0.119	0.11±0.018
長尾南蜥	0.355	0.574±0.104	0.218±0.044	0.339	0.519±0.091	0.234±0.044	0.5	0.598±0.059	0.206±0.022
印度蜓蜥	0.161	0.302±0.098	0.179±0.062	0.282	0.316±0.047	0.431±0.05	0.323	0.352±0.047	0.271±0.028

註： ψ_{naive} = 原始的棲地佔有率。- = 因發現次數太少而無法估算。

表 7. 各物種與沙氏變色蜥互動關係(共域或不共域出現)之模式選擇的結果。

Model	AIC	ΔAIC	Ω	NPar.
麗紋石龍子				
$\psi(S), \phi=1, p(S), r(S), \delta=1$	743.87	0	0.3582	6
$\psi(S), \phi=1, p(S), r(S), \delta(.)$	744.01	0.14	0.334	7
$\psi(S), \phi(.), p(S), r(S), \delta=1$	745.52	1.65	0.157	7
$\psi(S), \phi(.), p(S), r(S), \delta(.)$	745.6	1.73	0.1508	8
蠍虎				
$\psi(S), \phi=1, p(S), r(S), \delta=1$	893.45	0	0.5071	6
$\psi(S), \phi=1, p(S), r(S), \delta(.)$	894.62	1.17	0.2825	7
$\psi(S), \phi(.), p(S), r(S), \delta=1$	895.22	1.77	0.2093	7
$\psi(S), \phi(.), p(S), r(S), \delta(.)$	905.61	12.16	0.0012	8
斯文豪氏攀蜥				
$\psi(S), \phi=1, p(S), r(S), \delta=1$	1120.95	0	0.4243	6
$\psi(S), \phi(.), p(S), r(S), \delta=1$	1121.7	0.75	0.2916	7
$\psi(S), \phi=1, p(S), r(S), \delta(.)$	1122.79	1.84	0.1691	7
$\psi(S), \phi(.), p(S), r(S), \delta(.)$	1123.56	2.61	0.1151	8
長尾南蜥				
$\psi(S), \phi=1, p(S), r(S), \delta(.)$	1220.16	0	0.592	7
$\psi(S), \phi(.), p(S), r(S), \delta(.)$	1222.16	2	0.2178	8
$\psi(S), \phi=1, p(S), r(S), \delta=1$	1223.06	2.9	0.1389	6
$\psi(S), \phi(.), p(S), r(S), \delta=1$	1225.05	4.89	0.0513	7
印度蜓蜥				
$\psi(S), \phi(.), p(S), r(S), \delta=1$	1056.28	0	0.7873	7
$\psi(S), \phi=1, p(S), r(S), \delta=1$	1059.27	2.99	0.1765	6
$\psi(S), \phi=1, p(S), r(S), \delta(.)$	1062.44	6.16	0.0362	7
$\psi(S), \phi(.), p(S), r(S), \delta(.)$	1082.87	26.59	0	8

註：AIC = Akaike information criterion。 ΔAIC = 各模式與最佳模式間之 AIC 差值。 ω = 各模式之 AIC 權重。

NPar = 模式中所包涵的參數數目。 $\psi(S)$ = 兩物種各有不同的棲地佔有率。 $\phi(.)$ = 模式中，假設棲地佔有率的物種互動因子(species interaction factor) $\neq 1$ ，且在模式中進行估算。 $\phi=1$ = 模式中，假設棲地佔有率的物種互動因子 = 1，且在模式中不進行估算。 $p(S)$ = 在僅有單一物種分布的區域中，兩物種有不同的偵測率。 $r(S)$ = 在兩物種均有分布的區域中，兩物種有不同的偵測率。 $\delta(.)$ = 模式中，假設偵測率的物種互動因子 $\neq 1$ ，且在模式

中進行估算。 $\delta=1$ =模式中，假設偵測率的物種互動因子= 1，且在模式中不進行估算。

表 8、在二物種模式(two species model)中，估算與沙氏變色蜥共域之各物種的棲地佔有率(ψ)、偵測率(p)及物種互動因子(species interaction factor, ϕ 及 δ)之模式平均值。

	麗紋石龍子	蠍虎	斯文豪氏攀蜥	長尾南蜥	印度蜓蜥
ψ^A	0.349±0.061	0.382±0.074	0.313±0.027	0.383±0.081	0.34±0.056
ψ^B	0.43±0.11	0.451±0.067	0.893±0.06	0.617±0.056	0.454±0.068
Φ	0.943±0.172	0.976±0.098	0.949±0.066	0.996±0.109	1.444±0.258*
p^A	0.148±0.056	0.102±0.041	0.768±0.07	0.062±0.042	0.649±0.128
p^B	0.074±0.027	0.129±0.029	0.107±0.016	0.194±0.027	0.279±0.047
r^A	0.582±0.061	0.542±0.046	0.271±0.035	0.434±0.035	0.192±0.046
r^B	0.03±0.016	0.087±0.024	0.099±0.02	0.207±0.029	0.158±0.066
Δ	0.721±0.474	0.939±0.134	0.964±0.12	0.736±0.337*	0.991±0.021

註： ψ^A =沙氏變色蜥的棲地佔有率。 ψ^B =參與二物種模式估算之另一個物種的棲地佔有率。 ϕ =棲地佔有率的物種互動因子，若 $\phi=1$ 表示兩物種間並無互動關係；若 $\phi<1$ 表示兩物種有不共域的趨勢；反之，若 >1 則表示兩物種有共域的趨勢。

p^A =在僅有沙氏變色蜥分布的樣區中，調查發現沙氏變色蜥的偵測率。 p^B =在僅有與沙氏變色蜥共域之另一物種分布的樣區中，調查發現此共域物種的偵測率。 r^A =在兩物種均有分布的樣區中，調查發現沙氏變色蜥的偵測率。 r^B =在兩物種均有分布的樣區中，調查發現共域物種的偵測率。

δ =偵測率的物種互動因子，若 $\delta=1$ 表示兩物種間的偵測率並無互動關係，若 $\delta<1$ 表示兩物種有不同時被調查發現的趨勢，反之，若 $\delta>1$ 則表示兩物種有同時被調查發現的趨勢。*=根據模式選擇的結果，顯示其在統計上是顯著 $\neq 1$ 的。

肆、結論與建議

由水上鄉三界村與鄰近地區沙氏變色蜥調查結果可看出，沙氏變色蜥累計數量最多，但斯文豪氏攀木蜥分布之網格數最多，沙氏變色蜥在佔有網格數部分僅排第四位，顯示目前沙氏變色蜥族群量雖較其他蜥多，但數量較多的網格仍集中在核心區附近，在數量上沙氏變色蜥為最優勢物種，但並不是分布最廣泛的物種。在網格分布結果中，大部分原生蜥與沙氏變色蜥在網格分布上並沒有顯著的共域，且在中尺度與小尺度的棲地利用上亦無顯著的重疊。

與前人調查結果相較(侯等, 2007)，水上鄉三界埔與鄰近地區沙氏變色蜥族群已經往外擴散，向北跨越過八掌溪進入中埔鄉，向東超過福爾摩沙高速公路，並向西南方的丘陵地擴散，只是歷年來的補助移除資料並無法確認進行獵捕之區域，因此移除成效是否可抑制沙氏變色蜥擴張速率，目前仍無法下定論。

根據棲地佔據模式分析的結果，沙氏變色蜥棲地站有率(ψ)在繁殖季、非繁殖季與綜合兩季等三種模式的結果來看，比原生的斯文豪氏攀木蜥、長尾南蜥與印度蜓蜥來得低，這樣的結果有兩種可能，其一是沙氏變色蜥入侵佔有棲地的能力不至於影響到其他原生種蜥的空間利用；其二為低棲地佔有率乃因為沙氏變色蜥族群長期受到移除捕抓的結果。沙氏變色蜥偵測率(p)在繁殖季、非繁殖季與綜合兩季等三種模式均較其他種蜥高，顯示即使在經過多年的捕抓移除後，有沙氏變色蜥佔據的網格內，發現牠的機率仍然很高。另外模式分析結果顯示，僅印度蜓蜥在網格佔有率上與沙氏變色蜥重疊，不過印度蜓蜥大多在底層活動，沙氏變色蜥則可在底層與樹幹中層活動，兩種蜥是否會有競爭的情形，值得進一步觀察。

未來擬配合地景分析，才能進一步了解沙氏變色蜥棲地選擇方面是否有偏好，或是因為受到移除捕抓壓力而轉換利用類型。建議日後如有移除捕抓，應配合科學性實驗設

計，例如設計表格，並由採集者記錄捕獲地點(網格)、捕獲日期時間與捕獲棲地類型等資訊，始可更精準的評估移除沙氏變色蜥的政策。

嘉義市王田里與嘉義縣六腳鄉確定有沙氏變色蜥分布，然而族群動態未明，建議未來應列入監測範圍。如地方政府擬針對這兩地區的沙氏變色蜥族群進行移除，建議與學術單位合作，移除的數據可配合監測，同步進行移除法(removal method)的族群量估算以及移除效益評估。另外，有鑑於外來入侵生物族群擴散快速且新入侵地點往往呈跳躍式的分布，建議可培訓在地的調查志工，協助科學性監測或移除實驗，同時利用網路平台，建立通報系統，掌握最新的族群分布資訊。

伍、參考文獻

- 侯平君、杜銘章與毛俊傑，2007。入侵亞洲錦蛙族群分布監測與沙氏變色蜥移除計劃。行政院農業委員會林務局委託研究系列 95-00-8-04 號。行政院農業委員會林務局。
- 張乃千，2007。花蓮新發現的外來種蜥蜴－沙氏變色蜥。自然保育季刊，57:37-41。
- 黃紹彰，2007。外來種沙氏變色蜥對台灣南部檳榔園節肢動物多樣性及生態系功能之影響。東海大學生命科學系碩士論文。
- 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。
- 蕭文鳳，2008。外來種沙氏變色蜥 (*Anolis sagrei*)成果報告。嘉義縣政府。
- Bell, L. N., 1953. Notes on three subspecies of the lizard *Anolis sagrei* in southern Florida. *Copeia*, 1953:63.
- Calderon, R., J. R. Cedeno-Vazquez and C. Pozo, 2003. New distributional records for amphibians and reptiles from Campeche, México. *Herp. Rev.*, 34: 269-272.
- Calsbeek, R., and R.M. Cox, 2010. Experimentally assessing the relative importance of predation and competition as agents of selection. *Nature*, 465:613-616.
- Campbell, T. S., 1996. Northern range expansion of the brown anole (*Anolis sagrei*) in Florida and Georgia. *Herpetological Review*, 27:155-157.
- Campbell, T. S., 2000. Analysis of the effects of an exotic lizard (*Anolis sagrei*) on a native lizard (*Anolis carolinensis*) in Florida, using islands as experimental units. Dissertation, University of Tennessee, Knoxville, Tennessee, USA., 336.
- Campbell T. S., 2002. The Brown Anole (*Anolis sagrei* Dumeril and Bibron 1837). The Institute for Biological Invasions: The Invader of the Month, February 2001.
- Cambell, T. S., 2003. The introduced brown anole (*Anolis sagrei*) occurs in every county in peninsular Florida. *Herpetological Review*, 34:173-174.

- Campbell, T. S., and J. T. Hammontree, 1995. *Anolis sagrei* (brown anole). Herpetological Review, 26:107.
- Chiu, P. K., Norval, G., Chu, H. P., and J. J. Mao, 2011. Two records of brown shrikes (*Lanius cristatus* Linnaeus, 1758) preying on brown anoles (*Anolis sagrei* Duméril & Bibron, 1836) in Taiwan. Herpetology Notes, 4:87-89.
- Duellman W. E. and A. Schwartz, 1958. Amphibians and reptiles of southern Florida. Bulletin of the Florida State Museum, 3:181-324.
- Duméril, A. M. C. and G. Bibron, 1837. Erpétologie Général ou Histoire Naturelle complète des Reptiles. Vol. 4. Paris Librairie Encyclopédique de Roret.
- Estrada A.R. and N. Rodriguez J., 1986. Subnicho estructural de *Anolis sagrai* en Cayo InŽs de Soto Cuba. Analisis intray extraboblacional. Poeyana, 320:1-13.
- Garman, S., 1888. Reptiles and batrachians from the Caymans and from the Bahamas. Collected by Prof. C. J. Maynard for the Museum of Comparative Zoology at Cambridge, Mass. Bull. Essex Inst., 20: 101-113.
- Garman, S., 1887. On West Indian Iguanidae and on West Indian Scincidae in the collection of the Museum of Comparative Zoology at Cambridge, Mass., U.S.A. Bulletin of the Essex Institute 19:25-50.
- Greene, B. T., D. T. Yorks, J. S. P. Lee, R. Powell and R. W. Henderson, 2002. Discovery of *Anolis sagrei* in Grenada with comments on its potential impact on native anoles. Caribbean Jour. Sci., 38: 270-272.
- Godley, J. S., F. E. Lohrer, J. N. Layne, and J. Rossi, 1981. Distributional status of an introduced lizard in Florida: *Anolis sagrei*. Herpetological Review, 12:84-86.
- Goldberg, S. R. and C. R. Bursey, 2000. Transport of helminthes to Hawaii via the brown anole, *Anolis sagrei* (Polychrotidae). Jour. Parasitol., 86: 750-755.
- Huang., S. C., G. Norval, I M. Tso, 2008. Predation by an exotic lizard, *Anolis sagrei*, alters the ant community structure in betelnut palm plantations in southern Taiwan Ecological

- Entomology, 33(5): 569–576.
- King W. and T. Krakauer, 1966. The exotic herpetofauna of southeast Florida. Quart. J. Florida Acad. Sci., 29:144-154.
- Lee., J. C., D. Clayton, S. Eisenstein and I. Perez, 1989. The reproductive cycle of *Anolis sagrei* in Southern Florida. Copeia, 4:930-937.
- Landwer, A. J., G. W. Ferguson, R. Herber and M. Brewer, 1995. Habitat use of introduced and native anoles (Iguanidae: *Anolis*) along the northern coast of Jamaica. Texas Jour. Sci., 47: 45-52.
- 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.
- Norval, G., J. J. Mao and H. P. Chu. 2004. *Mabuya longicaudata* (Long-tailed Skink) and *Anolis sagrei* (Brown Anole). Predation. Herpetological Review, 35(4):393-394.
- Norval, G., and J. J. Mao, 2008. An instance of arboricolous predation by a mountain wolf snake (*Lycodon ruhstrati ruhstrati* Fischer, 1886) on a brown anole (*Norops sagrei* Duméril & Bibron, 1837). Sauria, 30: 59-62.
- Norval, G., P. K. Chiu, H. P. Chu, and J. J. Mao, 2011. An instance of predation on a brown anole (*Anolis sagrei* Duméril & Bibron, 1837) by a Malay night heron (*Gorsachius melanolophus* Swinhoe, 1865). Herpetology Notes, 4:5-7.
- Norval, G, J. J. Mao, and K. Slater, 2012. Description of an observed interaction between an elegant skink (*Plestiodon elegans*) and a brown anoles (*Anolis sagrei*) in southwestern Taiwan. Herpetology Notes, 5: 189-192.
- Norval, G, C. L. Tung and J. E. Cooper. 2006. *Anolis sagrei* (Brown Anole) Testicular pathology. Herpetological Review, 37(3): 219-220.
- Norval, G, J. J. Mao and S. R. Goldberg, 2012. A record of a green anole (*Anolis carolinensis* Voigt 1832), from the wild in southwestern Taiwan Herpetology Notes, 5: 95-97

- Rodriguez, S. L. R., 1999. The iguanid lizards of Cuba. University Press of Florida, Gainesville, 428.
- Roughgarden, J., 1995. *Anolis* lizards of the Caribbean. Ecology, Evolution, and Plate Tectonics. Oxford University Press.
- Schoener, T. W. and D. A. Spiller and J. B. Losos, 2001. Natural restoration of the species-area relation for a lizard after a hurricane. *Science*, 294: 1525-1528.
- Schoener, T. W. and D. A. Spiller and J. B. Losos, 2004. Variable ecological effects of hurricanes: The importance of seasonal timing for survival of lizards on Bahamian islands. *PNAS*, 101(1): 177-181.
- Schwartz, A. and R. W. Henderson, 1991. *Amphibians and reptiles of the West Indies: descriptions, distributions and natural history*. University of Florida Press, Gainesville, 720.
- Shiau, T. W., P. C. Hou, S. H. Wu and M. C. Tu, 2006. A Survey on Alien Pet Reptiles in Taiwan. *Taiwania*, 51(2): 71-80.
- West-Eberhard, M.J., 1983. Sexual Selection, Social Competition, and Speciation. *Quarterly Review of Biology*, 58:155-183.
- 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*. 326-370. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.

陸、附錄

附錄 1 「嘉義縣水上鄉三界村及週遭地區沙氏變色蜥族群調查」委託辦理案第一次審查會議廠商回覆意見對照表

出席委員	委員意見	意見回覆
蕭委員文鳳	1. 巨型棲地之分類可否簡化，請依其 behavior 為依據作些微修改。	感謝委員意見，會將目前之棲地分類再歸納為巨棲地類型，如附錄一
	2. Mr. Norval Gerrut 已花 4~5 年進行沙氏變色蜥的研究，並已經發表在國外，請多參考。	感謝委員意見，以收集其發表之相關文獻。
	3. 請參考 behavior 描述相關文獻，作為研究參考。	感謝委員意見，遵照辦理。
許委員富雄	1. 建議本計畫能納入收集三界村以外區域的擴散資訊。	感謝委員意見，已透過網路網絡收集三界村外之擴散資訊。
	2. 本研究之樣線的設置與調查方式能做更明確的敘述，以為後續研究監測的參考。	感謝委員意見，日後將整理各樣線起迄作標，並詳述調查方法。
	3. 請對 Occupancy model 所預定納入之參數及族群的推估效能做一評估。	感謝委員意見，遵照辦理。
	4. 對移除個體的測量，請評估樣本的取樣方式以及評估增加不同時期之取樣方式以及評估增加不同時期之取樣的可能性。	感謝委員意見，遵照辦理。
劉委員泰成	1. 關於一般民眾或其他研究團隊發現沙氏變色蜥通報方式，可協助判定沙氏變色蜥擴散情況。	感謝委員意見，已透過網路網絡收集樣區外之發現紀錄。
	2. 沙氏變色蜥目前有發現於部分區域可能有擴散的情況，團隊是否能夠協助部分通報區域的判定。	感謝委員意見，日後將透過與在地沙氏變色蜥獵人訪談與參與捕獵了解樣區外擴散情況。
李課長定忠	有關移除策略部份，除了人工移除外，是否可從其他食物來源、天敵及生物防治等方式著手，評估不同移除策略的可行	感謝委員意見，持續由文獻閱讀釐清是否仍有其他防治或移除策略。

	性。	
鄭科長永華	1.本年度目前移除沙氏變色蜥7萬多隻,目前移除的策略的效果?是否有其他可參考的移除技術?族群移除的可能?	感謝委員意見, 移除成效將於期末報告評估, 並持續由文獻閱讀釐清是否仍有其他防治或移除策略。
	2.提出評估目前移除沙氏變色蜥之成果效益及建議移除策略,以作為未來移除參考依據。	感謝委員意見, 遵照辦理。
	3.沙氏變色蜥是否可能藉由鄰近三界村的高速公路擴散, 可能預防擴散的方式為何。	感謝委員意見, 日後調查會注意高速公路周邊是否有沙氏變色蜥族群。
楊秘書瑞芬	沙氏變色蜥棲息範圍擴大並呈現跳躍式擴散的可能途徑為何,未來是否藉由可能擴散途徑的排除,減少族群擴散的可能。	感謝委員意見, 跳躍式擴散多為人為因素如主動捕抓並隨意棄養或被動隨著人類活動移入, 建議加強源頭管制, 並加強宣導教育。

附錄 2「嘉義縣水上鄉三界村及週遭地區沙氏變色蜥族群調查」委託辦理案第二次審查會議廠商回覆意見對照表

出席委員	委員意見	意見回覆
蕭委員文鳳	(一)執行皆依計畫書進行。	感謝委員意見。
	(二)八掌溪的南岸與北岸之族群不同，可就地勢加以討論。	感謝委員意見，納入未來討論事宜。
	(三)非生物因子，只論溫度及溼度，若時間許可是否可將日出時間納入考量。	感謝委員意見，納入未來討論事宜。
許委員富雄	(一)族群數量的改變趨勢宜考量季節性與努力量之差異的影響。	感謝委員意見，會納入分析事宜。
	(二)沙氏變色蜥的族群數量是否下降，以及核心區是否有飽和的情況，請審慎評估	感謝委員意見，會審慎評估。
	(三)由於目前所獲得調查隻次較低，在棲地利用與方格相似度(jaccrd)的呈現上，宜考量其可能造成的影響。	感謝委員意見，會修正統計方法。
李課長定忠	(一)往外擴大的情況，仍須考量季節性的變異，並可參考歷史文獻資料以相同季節進行比較。	感謝委員意見，遵照辦理。
	(二)調查範圍中，黃色部份核心區是否有擴及外圍紅色區塊，核心部份調查數量降低是否與收購的關聯？	感謝委員意見，會與嘉義縣政府收購資料配合討論。
楊秘書瑞芬	(一)2010 年收購 15 萬尾、2011 年 17 萬尾，收購是否能減少族群數量，仍需審慎評估。	感謝委員意見，會審慎評估。
	(二)點位的提供及收集的位置，可以能夠有較多的方式進行分析。	感謝委員意見，與嘉義縣政府就收購方式討論，提出可能的改善方式。
	(三)沙氏變色蜥是否具有排它性，在同一區域對於其他蜥蜴的競爭性及獨占性。	感謝委員意見，持續觀察此一現象。

	(四)沙四變色蜥活躍時間為夏季 6 月左右，建議加強此區間的調查。	感謝委員意見，遵照辦理。
--	-----------------------------------	--------------

附錄 3 嘉義縣水上鄉三界村及周遭地區蜥蜴亞目出現網格位置與累計數量

網 格 編 號	沙 氏 變 色 蜥	斯 文 豪 氏 攀 蜥	印 度 蜓 蜥	長 尾 南 蜥	麗 紋 石 龍 子	多 線 南 蜥	蠍 虎	古 氏 草 蜥	吟 蟻 蟻 蟻	總 計
1	6	2		1						9
2	5			2						7
3	50									50
4	3									3
5	3									3
6	7	1								8
7	7		2	1						10
8			2							2
9	1		3	2						6
10		2	4							6
11	7	1	1	1			1			11
12	1									1
13	2		2							4
14	11									11
15	13	1		2	1					17
16	5			2			1			8
17		2	1	1						4
18	5			1			1			7
19		1	4	1			5	1		12
20		1	12	12						25
21			7	5	3					15
22		3	9	2	1		1			16
23		1								1
24			1	1						2
25		4	1		2					7
26	2	5		1						8
27	2			1						3
28	27					2				29
29	20			1		1	1	1		24
30	37	1		1						39
31			3	2						5

32							0
33	17		2			1	20
34	3		1			10	14
35				2	1	4	7
36		4					4
37				1			1
38			1				1
39	3		3	1		3	10
40				3			3
41	2		5	9	2	2	20
42		1	2	1	2	1	7
43		1		2	2	2	7
44		1	6	4	3		15
45		1	1	2		1	5
46		2	1		1		4
47		1	2				4
48		1		1			2
49		5		1			6
50		2					2
51					1		1
52	2	2					4
53	2	3				1	6
55			1				1
56		1					1
58	2	1					3
59		1		1			2
60							0
61							0
62		1					1
63							0
64		1				3	4
65		1					1
66						5	5
67				1	1	1	4
68		5		1		1	7
70		2		1			3
71		10	3	4	1	2	24
72				3	1	1	5
73	1	1	3				5
74	1		5	7		3	16

75		2	3	14				19
76		4	2	2				8
77		3	2	6		2		13
79		1	2			1		4
80		2		2		1		5
81				1		3		4
82		1				1		2
83					2			2
84	2			1			1	4
85		1						1
86		1						1
87								0
88								0
89				1				1
90		3						3
91								0
92						1		1
93		1						1
94			1			1		2
95				1				1
96	1	1						2
97		1				3		4
98		1						1
99							1	1
100		1						1
101	2	2		1				5
102		1						1
103						2		2
104				1			1	2
105			1	3				4
106			4	1	1	1		7
107		1	1					2
108	1			8			1	10
109		1	6	3		2	2	14
110	3			3				6
111	1	9	2	4				16
112	1	5	7	5	1	1		20
113		1	4	1	1			7
114		1	5	3				9
115		1		1				2

116			1	2			2		5	
118		1							1	
119									0	
121		1		1					2	
123		1							1	
124		1	1	2	1				5	
125						1			1	
126									0	
127		3		1					4	
128									0	
129									0	
130									0	
131									0	
132					1				1	
總計	258	125	126	154	31	5	67	18	2	786
佔有網格數	36	63	40	62	21	4	33	11	2	112