

嘉義縣及週遭地區  
沙氏變色蜥族群調查結案報告



委託機關：行政院農業委員會林務局嘉義林區管理處

計畫主持人：莊孟憲

研究人員：鄭有成、陳清旗

執行機關：真理大學生態觀光經營學系

環境教育暨生態保育研究推廣中心

中華民國 102 年 12 月 13 日

## 摘要

本研究目的為瞭解沙氏變色蜥在嘉義縣及週遭地區之族群分佈，並評估目前移除工作對沙氏變色蜥之成果效益。網格重複調查從 2013 年 5 月、7 月以及 9 月在嘉義縣水上鄉三界村與鄰近地區，共進行 135 個網格，記錄有 4 科 7 種 152 隻次的有鱗目蜥蜴亞目爬蟲類動物，沙氏變色蜥累計數量最多為 278 隻，佔所有百分比為 54.3%；網格數以斯文豪氏攀蜥(61 個)為最多，而長尾南蜥(30 個)及沙氏變色蜥(28 個)為次之。沙氏變色蜥在 9 月網格調查中可記錄高達 195 隻，遠高於 9 月其他蜥蜴物種數量，此可能與當年新生個體逐漸在這段時間成熟有關。沙氏變色蜥網格東南方有減少趨勢，但在網格北方有增加 6 個記錄點，顯示沙氏變色蜥持續向北方嘉義市擴散潛力。

三界村以外調查於嘉義縣六腳鄉頂頭厝及嘉義市王田里環保公園均發現到沙氏變色蜥，建議必須盡早進行沙氏變色蜥移除與族群管理。耕地類型對沙氏變色蜥棲地佔有率有最顯著影響，氣候條件則以溫度較有影響。利用移除法估算沙氏變色蜥在嘉義縣水上鄉三界村每公頃約有 900 至 1400 隻，沙氏變色蜥成長率快，在未考慮棲地限制條件下，至少移除每年族群量 30%或超過 20 萬隻才可能可以抑制族群發展，如以十年間移除總數量約 2,400,000 隻來估算，移除方案建議每年至少移除 300,000 隻，並且必須以此數量連續移除 7 年以上，族群才有可能消滅。今年移除補助改為每隻 3 元，仍收購 133,333 隻，顯示民眾對收購金額雖有微詞但仍有意願繼續移除，如以每隻 3 元成本搭配移除方案(30 萬隻/年)，每年則每年僅需 90 萬元，7 年約需 630 萬。未來如要繼續進行移除補助政策，宜持續進行監測調查，收集更完整的族群動態研究，掌握族群分布、族群量及生活史參數，以數學模式先擬定移除量的目標，針對協助移除的民眾進行教育訓練，使其回報資料可納入評估研究，或培育專業移除志工、學術單位或民眾進行協助移除，並搭配通報系統，以達到有效控制沙氏變色蜥族群擴散。

關鍵字：沙氏變色蜥、棲地佔有模式、移除、外來物種、三界埔

## Abstract

The first record of the brown anole (*Anolis sagrei*) invasion in Taiwan was reported in 2000. Currently, the brown anole can be found in Chiayi and Hualien County. The aims of the project were to understand its population distribution in Chiayi County and adjacent area, and to assess the effectiveness of removal strategy on brown anole population. In May, July, and September 2013, a total of 152 lizard belonging to 7 species in 4 families and of lizards were found in 135 grids in Santzepu, Shuishang Township, and the surrounding region. The most abundant species was brown anole which contributed a staggering 54.3% of the total abundance and 278 individual were record. While Swinhoe's japalura (*Japalura swinhonis*) occupied the highest number of grids (61), and followed by *Mabuya longicaudata* (30) and *Anolis sagrei* (28). In our survey, we found the number of brown anole reached its peak of 195 individual in September, the amount was much higher than the number of the other species. This year, the number of brown anole recorded in the south-east grids was decreasing, and we found the brown anole in 6 additional grids in northern area. This result revealed a continued invasion of brown anole to the northern Chiayi City.

In area adjacent to Santzepu, the brown anole was sighted in Ding-Tou houses, Lioujiao Township, and the Green Park in Wang-Tian village, Chiayi city. We strongly recommend the removal of brown anole population in these area should be applied as soon as possible in order to eradicated the newly colonies. Results of occupancy modeling showed the values of brown anole habitat occupancy ( $\psi$ ) was significantly associated with arable land. As for climate parameters, the values of brown anole of habitat occupancy ( $\psi$ ) was most associated with temperatures. Based on brown anole removal, a population size of 900-1400 individual per hectare was supposed in Santzepu area. Due to the high growth rate of the brown anole, in order to control the population effectively, at least 30% or 0.2 million individuals of the

population should be removed per year. A total number of 2.4 million individuals were removed in past 10 year, according to this information, at least 0.3 million of brown anole should be removed per year in next 7 years to eradicate the population. Though the government subsidy of removal was reduced from 10 to 3 NT dollars for per anole individual, a total of 133,333 individuals were removed this year. That showed even though local people were not satisfied with the subsidy, they still willing to cooperate. Base on 3 NT dollars for one anole individual, for effective removal, 0.9 million NT dollars is required per year, and a total of 6.3 million NT dollars will be needed as removal subsidy in next 7 years. To remove this invasive species effectively, population monitoring should be continued. And the distribution and amount of population, and life history parameter are also required to set the effective removal individual number based on mathematical model. We also suggest that 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.

Key words: *Anolis sagrei*, occupancy model, removal, introduced species, Santzepu

## 目錄

摘要.....	1
Abstract.....	2
目錄.....	4
壹、前言.....	6
貳、計畫目標.....	11
參、重要工作項目.....	12
肆、研究方法.....	13
1. 族群擴張監測調查.....	13
(1) 嘉義縣水上鄉三界村網格重複調查.....	13
(2) 三界村以外地區調查.....	15
2. 族群量估算.....	18
(1) 日間移除法評估.....	18
(2) 夜間圍籬移除法.....	19
3. 不同棲地類型與沙氏變色蜥族群分佈的關係.....	20
4. 飼養觀察.....	21
5. 形質測量及年齡層分析.....	21
6. 資料分析.....	21
(1) 棲地佔有率模式分析.....	21
(2) 移除策略模擬分析.....	23
伍、結果與討論.....	26
1. 沙氏變色蜥在嘉義縣水上鄉三界村與鄰近地區重複調查分布概況.....	26

2. 三界村以外地區調查 .....	35
3. 日間移除法前測結果 .....	37
4. 夜間圍籬移除法族群估算 .....	40
5. 網格內棲地組成 .....	41
6. 不同棲地類型與沙氏變色蜥族群分佈的關係 .....	42
7. 沙氏變色蜥飼養成果及移除個體年齡分布變化 .....	45
8. 沙氏變色蜥移除策略模擬結果 .....	47
陸、結論與移除成效評估 .....	51
柒、參考文獻 .....	54
捌、附錄 .....	60

## 壹、前言

沙氏變色蜥(*Anolis sagrei* (Duméril and Bibron, 1837))為強勢入侵物種之一，因該蜥蜴性成熟僅需一年，且卵細胞與精細胞能在短時間內生成，一年多次生產等特性(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，即建立穩定族群並開始向外擴散。Campbell(2003)研究發現 12 雌 6 雄引入佛羅里達州的小島，4 年後密度高達 8000-15000 隻/公畝，顯示沙氏變色蜥為擴散迅速物種。美國地區沙氏變色蜥從 1800 年代陸續侵入當地，研究人員 Garman 最早於 1887 年佛羅里達南部島鏈(Florida keys)的小島上發現蹤跡後(Garman, 1887；Garman, 1888)，之後開始向佛羅里達南部擴散(Bell, 1953)。1980 年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)，往後十多年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)。

沙氏變色蜥也有入侵到其他國家的紀錄，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。台灣於 2000 年 9 月間由南非籍的海瑞(Gerrut Norval)在嘉義水上鄉採集記錄二雄一雌的沙氏變色蜥 (Norval et al, 2002)，引起台灣政府重視，並對沙氏變色蜥進行相關研究及移除工作。

沙氏變色蜥屬於有鱗目(Squamata)、蜥蜴亞目(Lacertilia)、美洲鬣蜥科(Iguanidae)、變色蜥屬(*Anolis*)的爬蟲類。*Norops sagrei* 為沙氏變色蜥的同物異名，其英文名為 Brown anole、Cuban brown anole，又名褐樹蜥、古巴小樹蜥、安(樂)東蜥。原產於中美洲島嶼地區，包括古巴、巴哈馬列島等地。

沙氏變色蜥為半樹棲(semi-arboreal)型的蜥蜴，會利用地面至樹幹(trunk-ground)的空間棲息(Williams, 1983; Campbell, 2002)。沙氏變色蜥雄性的吻肛長(SVL, snout vent length)超過 44 公釐為成熟個體，而雌性成熟個體之吻肛長為超過 38 公釐 (Allen et al., 2000)。雄性體重約為 6 至 8 公克，雌性則為 3 至 4 公克(Campbell, 2002)。此蜥蜴在外觀最主要特徵為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展示肉垂行為。其皮膚表面顏色由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，具有斷尾再生的能力。沙氏變色蜥具有明顯的雌雄兩型性(sexual dimorphism)，其雄性的肉垂較雌性為大，雌性個體背部可見淺色鋸齒形或菱形淡色斑塊，而雄性則是缺乏此特徵。

沙氏變色蜥在佛羅里達州地區發現出生後隔年夏季可達性成熟且具有繁殖力，其當地沙氏變色蜥存活時間至少 18 個月，故該作者推測生活史應該可達兩倍以上(King, 1966; Lee et al., 1989)。沙氏變色蜥的雌性在繁殖季中大約每隔一周會排一個卵至兩個卵，左、右卵巢會交替產卵。受精後的卵產在植物體或地面，大約 60-90 天孵化，剛孵化出來幼體的吻肛長約 1.5-1.8 公分(Duellman and Schwartz, 1958)。佛羅里達州的沙氏變色蜥成熟個體主要繁殖於春天和夏天，其雄性在繁殖季會進行領域的競爭(Lee et al., 1989)。雄蜥領域競爭非常激烈，甚至會發生互咬或用下巴敲擊另一隻雄蜥的行為(Estrada and Rodriguez, 1986)。雄蜥之間在繁殖季節除了肢體衝突之外，還會利用不斷擴展肉垂進行展示，同時對雌蜥個體也具有求偶行為(West-Eberhard, 1983)。沙氏變色蜥的活動範圍以雄蜥較雌蜥為大，在巴哈馬列島內研究中成熟個體雄蜥可高達 34.1 m<sup>2</sup>，而成熟個體雌蜥則為 6.25m<sup>2</sup> (Schoener and Schoener, 1982)。

沙氏變色蜥的食性較廣泛，台灣地區嘉義縣三界埔研究中發現以膜翅目為主要食物(侯等, 2007; Norval et al., 2010)。花蓮地區沙氏變色蜥則以鱗翅目及有鱗目之食物比例最高，此可能因地點不同造成沙氏變色蜥取食物種有所差異(楊懿



如, 2012)。台灣西南地區斯文豪氏攀蜥(*Japalura swinhonis*)與沙氏變色蜥在食性上皆會捕食膜翅目、鱗翅目以及鞘翅目等昆蟲，因此二種蜥蜴在食性有可能發生資源的競爭狀況(Huang, 2007)。台灣沙氏變色蜥對蜘蛛多樣性的影響，結果發現此種蜥蜴並不會影響整個蜘蛛相，而會造成特定類群蜘蛛種類和數量的減少(黃等, 2005；Huang et al., 2008)。另外，於野外有記錄到長尾南蜥(Norval et al., 2004)、黑冠麻鷺 (Chiu et al., 2011) 與白梅花蛇(Norval, and Mao, 2008)會捕食沙氏變色蜥的紀錄。室內餵食實驗中，白梅花蛇(成蛇及新生幼蛇)、紅斑蛇、臭青公、黑頭蛇等四種蛇皆會捕食沙氏變色蜥(侯等, 2007)。侯等(2007)在嘉義三界埔調查中，經常捕捉到赤背松柏根出沒於沙氏變色蜥活動樣區內，故推測赤背松柏根亦可能為沙氏變色蜥的捕食者。海瑞等(2012)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具有重疊的現象，且麗紋石龍子有驅趕沙氏變色蜥的行為(Norval et al., 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 et al., 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)。

台灣近年針對外來種沙氏變色蜥進行族群監測調查，在 2005-2006 年成功大學生命科學系侯平君教授與台灣師範大學生命科學系杜銘章教授於進行「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 年成功大學生命科學系侯平君教授、台灣師範大學生命科學系杜銘章教授與宜蘭大學自然資源學系毛俊傑助理教授，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」。根據侯平君與杜銘章(2006)的研究結果發現，沙氏變色蜥在嘉義三界埔苗圃周邊 1.5 km 之區域內出現，呈現小區域高密度的分布，推測族群受到三界村北邊及東邊偶赤蘭溪及澗水溪的天然屏障，因此擴張速度會受到地形影響，往南則會遭遇石路仔及柚仔宅等聚落的丘陵地，除了檳榔園及果樹外，尚有許多鬱閉度高的樹林，此可能會影響沙氏變色蜥往南擴散的速度。侯等(2007)隔年調

查發現沙氏變色蜥仍以小地區高族群密度，但已開始有往外擴張的趨勢。當年度並針對沙氏變色蜥族群量以移除法估算，發現檳榔園每公頃約有 1,667 至 2,778 隻成蜥，香蕉園每公頃則約有 4,750 隻成蜥，然而捕獲曲線並未趨緩，顯示沙氏變色蜥置換率(turnover rate)可能非常高，有必要重新估算沙氏變色蜥族群數量，並比較歷年族群數量變化。

2011-2012 年間委託國立成功大學生命科學系侯平君教授執行「嘉義縣水上鄉三界村及週遭地區沙氏變色蜥族群調查」，因侯老師病故後半年改由同系邱慈暉助理教授執行，該計畫發現在 126 個 500 公尺×500 公尺網格調查，空間分布上斯文豪氏攀木蜥仍分布較多的網格，但數量上則以沙氏變色蜥為最多數量；另外依棲地佔據模式(occupancy model) 結果沙氏變色蜥棲地站有率( $\psi$ )在繁殖季、非繁殖季與綜合兩季等三種模式的結果來看，比起原生的斯文豪氏攀木蜥、長尾南蜥與印度蜓蜥皆來得低(邱與莊, 2012)。另外，王國權(2013)則是利用邏輯回歸模型評估沙氏變色蜥擴張和環境、空間因素，研究結果發現城鎮等人為干擾頻繁的環境會促進沙氏變色蜥的擴張，同時結果也預估沙氏變色蜥會向較平坦嘉義市蔓延，並不會擴散果園和山區森林等棲地類型(王國權, 2013)。

2007 年開始林務局與當地學校合作對外來種沙氏變色蜥進行移除工作，該年共移除 844 隻；同年首度在花蓮地區國興里發現沙氏變色蜥蹤跡(張乃千, 2007)。2008 年林務局委託嘉義大學進行沙氏變色蜥研究，當年度 11 與 12 月共標記 102 隻，再捕獲 46 隻(蕭文鳳, 2008)。2009 年對於外來種沙氏變色蜥啟動移除計畫，自 6 月 25 日起至 8 月 6 日於水上鄉國姓村、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，該年總計收集 88,385 隻，酬勞金總計發給民眾 152 萬 5910 元整。2010 年再次執行入侵外來物種沙氏變色蜥移除計畫，並擴大社區參與，每隻個體不分大小收購獎勵金為 10 元，並舉辦以 8 隻換雞腿便當、3 隻換啤酒及獵蜥達人比賽等活動，該年 7 月 28 日止，共計移除 152,821 隻個體，發給獎勵金總計 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

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。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 0930 元。2012 年同樣以每隻不分個體大小收購金額 10 元，共移除了 171,874 隻，發給獎勵金 171 萬 8740 元。2013 年改以每隻 3 元收購沙氏變色蜥，並分成二次收購於 2013 年 10 月 13 日收購 62,505 隻，在 12 月 7 日收購 70,828 隻，總共收購 133,333 隻，共發放總獎勵金 39 萬 9999 元。

## 貳、計畫目標

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。

## 參、重要工作項目

1. 族群擴張監測調查：於沙氏變色蜥繁殖季節進行監測調查，以估算族群擴張情形。
2. 沙氏變色蜥生活史資料收集及調查：藉由文獻回顧、飼養觀察，收集繁殖潛能相關參數：產卵數、年生殖次數、卵孵化率資料，以作為評估移除模式及估算擴張速率的參考。
3. 現地族群密度量估算及移除策略模擬分析：藉由族群密度的調查規劃後續可能的相關移除策略。

## 肆、研究方法

### 1. 族群擴張監測調查

#### (1) 嘉義縣水上鄉三界村網格重複調查

研究目的瞭解沙氏變色蜥在嘉義縣水上鄉三界村歷年族群擴散情形。根據邱慈暉與莊孟憲(2012)於嘉義縣水上鄉三界村之調查方法，利用 map source 圖層，在電腦上畫出 500 公尺×500 公尺網格系統。調查開始前進行前測，研究人員至現地依網格圖層內現有之步道或道路系統為基礎，並考量沙氏變色蜥可能出現環境及地景的多樣性後，選擇 1 條 100 公尺長之調查樣線，每個網格內均畫設 1 條穿越線(圖 1)。編號方式以嘉義縣水上鄉三界埔苗圃為起點(圖 2A)，逆時針依序編號，經由 2012 年現地探勘，網格內編號 57、54、69、78、117、119、120 及 122 號等 8 個網格因故無法進入調查，剩餘共有 124 個的網格可進行調查。由邱與莊(2012)調查結果可知沙氏變色蜥於網格東南側及北側邊緣有發現紀錄，依據期初報告委員建議，恐有再往格外出現之慮，因此本年度在網格編號 92、96、101、108、110、111 及 112 號邊界，再向外圍增設 1 個網格，如果剛好在轉角處的則於其他三面均再畫設 1 個網格，合計增加 11 個網格。因此本年度共進行 135 個網格調查。

本年度擬透過棲地佔有率模式(occupancy model)進行移除效益評估，此模式之基本假設須滿足 2 次以上的重複調查，同時考量本年度經費及人力等限制，本年度分為 5 月、7 月與 9 月進行 3 輪重複，每輪重複於 135 個網格內各進行 1 次調查。利用非雨天之白天於穿越線以目視法進行調查，調查時間由早上 8 點至早上 11 點以及下午 1 點至下午 6 點，每次調查連續進行 8 個工作天。由調查人員搜尋 100 公尺樣線左右兩旁約 5 公尺範圍內之沙氏變色蜥及其他種類之蜥蜴，記錄每條穿越線調查開始與結束時間、每條穿越線開始調查時之氣溫與濕度、目視發現之爬蟲類之種類、個體數量與發現時間。

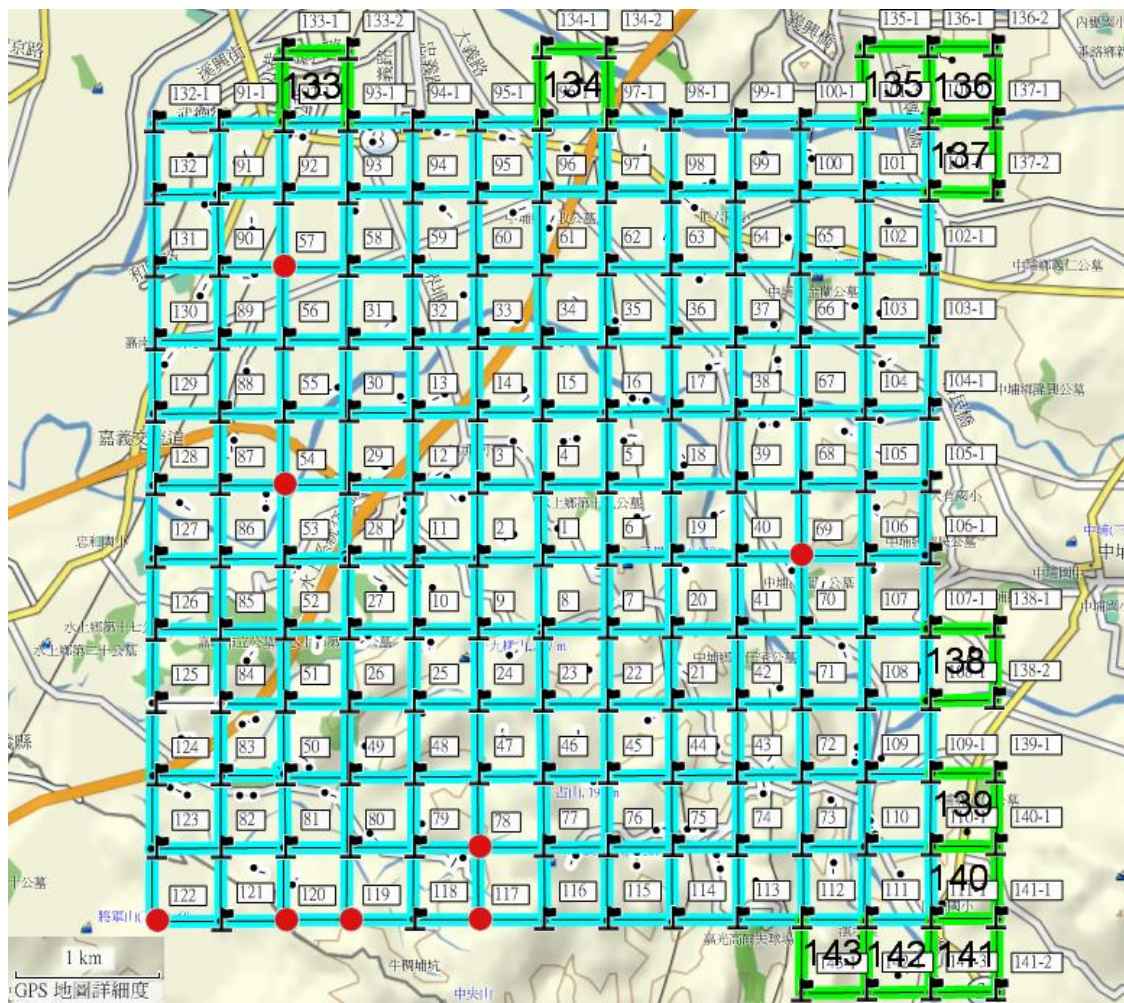


圖 1. 沙氏變色蜥調查網格及樣線共 135 個網格數。每個網格框內數字為網格編號，紅色標記代表此樣方內無法劃設樣線，共 8 個網格。綠色網格為本年度 2013 年增加調查的 11 個網格調查樣線，網格編號包括：133 號、134 號、135 號、136 號、137 號、138 號、139 號、140 號、141 號、142 號、143 號。圖層資料來源:MapSource，本研究繪製。

## (2) 三界村以外地區調查

依據邱與莊(2012)之結案報告，嘉義縣市除水上鄉三界村以外嘉義市王田里(圖 2B 及圖 3)和六腳鄉頂頭厝(圖 2C 及圖 4)均有發現沙氏變色蜥的蹤跡，六腳鄉蒜頭糖廠(圖 2D 及圖 5)內的嘉義縣環保生態園區，則有承辦單位員工通報本團隊發現沙氏變色蜥的紀錄(蔡忠穎，私人通訊)。本計畫針對這些地區通報沙氏變色蜥的地點，先約通報人進行現勘，再依現地路線及環境規劃調查之穿越線路徑，穿越線路線儘量涵蓋鄰近不同的地景元素。調查期間由 4 月至 10 月，每月調查 1 次共 7 次。調查時間由早上 8 點至早上 11 點。每條穿越線調查於日間晴天調查，記錄沙氏變色蜥數量，並針對有記錄到沙氏變色蜥地點直接進行移除。



圖 2. (A)嘉義縣水上鄉三界村之周邊環境 (B)嘉義市王田里之周邊環境 (C)六腳鄉蒜頭糖廠之周邊環境 (D)六腳鄉頂頭厝之周邊環境。



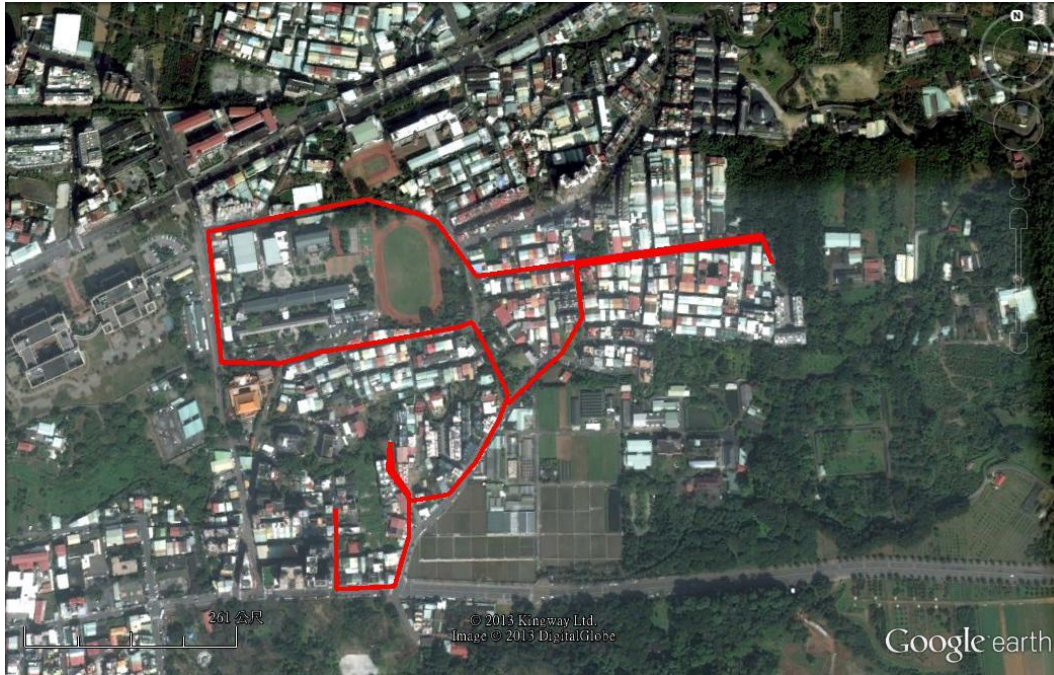


圖 3. 嘉義市王田里沙氏變色蜥調查路線。圖中紅色路線為調查穿越線。圖層資料來源:google earth，本研究繪製。



圖 4. 嘉義縣六腳鄉頂頭厝沙氏變色蜥調查路線。圖中紅色路線為調查穿越線。圖層資料來源:google earth，本研究繪製。



圖 5. 嘉義縣六腳鄉蒜頭糖廠沙氏變色蜥調查路線。圖中紅色路線為調查穿越線。圖層資料來源:google earth，本研究繪製。

## 2. 族群量估算

### (1) 日間移除法評估

本年度原定以標記再補抓法進行沙氏變色蜥標記，再以 Jolly-Seber model 估算族群量，經期初報告委員建議(附錄 1)，改為移除法進行估算。2013 年 6 月 7 日至 7 月 12 日期間，嘗試以日間捕抓進行移除法之前測。地點選定於嘉義縣水上鄉三界埔苗圃園內及外(圖 6)，畫設兩個捕抓樣區，三界埔苗圃園內樣區有各類園藝植物，而三界埔苗圃園外樣區則是屬於草生地開放空間，面積分別各為 4795 平方公尺及 4968 平方公尺。調查頻度為每週進行 1 次調查，共 6 次。調查時間由早上 8 點 30 分至中午 10 點 30 分，共 2 小時，每條穿越線調查於日間晴天調查。前 3 週以徒手方式進行移除，後 3 週改由射擊法進行移除，並評估不同移除方式的效率。



圖 6. 嘉義縣水上鄉三界埔苗圃園內外移除範圍。圖層資料來源:google earth，本研究繪製。

## (2) 夜間圍籬移除法

期中報告後由於日間移除法移除效率不佳，本研究自 10 月 23 日至 26 日之間參考東華大學楊懿如教授團隊的方法，改為夜間圍籬移除法，研究地點與日間移除相同，都在嘉義縣水上鄉三界埔苗圃園內，圍籬分布位置如圖 7。圍籬樣區選擇為隨機取樣，本年度共進行 3 個樣區，以鐵絲網綁塑膠瓦楞板(60 公分×100 公分)排列成周長 10 公尺×10 公尺的圍籬，高度約 60 公分，分別標記為 A 區、B 區以及 C 區。A 區具有樹高 160 公分至 170 公分之樟樹植栽；B 區有 170 公分至 200 公分之小葉欖仁的植栽；C 區則有 160 公分至 170 公分之樟樹植栽。每次調查時間由晚上 7 點至 9 點共 2 小時，每個樣區由 1 人負責捕抓，直到族群量降低或沒有為止，本年度發現第三天捕抓量已明顯降低，僅 C 樣區捕抓到 1 隻，其餘 A、B 樣區均為 0 隻，將各樣區總移除數量作為評估沙氏變色蜥密度之依據。



圖 7. 嘉義縣水上鄉三界埔苗圃內 A 區、B 區以及 C 區之 10 公尺×10 公尺樣區位置。圖層資料來源:google earth，本研究繪製。

### 3. 不同棲地類型與沙氏變色蜥族群分佈的關係

棲地佔有率模式(occupancy model)可將棲地的環境因子當作參數，評估沙氏變色蜥棲地佔有率和環境之間的關係。研究團隊根據棲地觀察，經內部共識會議討論後，將棲地類型分成 9 種，分別為耕地、果樹農墾地、草地、房舍、人為鋪面、人工綠地、林地、水域以及其他(表 1)。棲地類型評估時，由研究人員在 100 公尺穿越線(與網格調查相同)，向左右兩側觀察寬約 30 公尺的範圍，每 10 公尺×30 公尺為評估樣方，每樣方再畫分 10 等份，研究人員利用目視概估樣方中不同棲地類型所佔 10 等份中的份數，每條穿越線共有 20 個樣方，200 個小等份，最後累加各棲地類型佔各穿越線之等份，再除以 200，求得該棲地類型之百分比。

表 1. 網格內棲地類型描述。

棲地類型	描述
耕地	以水稻、雜糧作物、蔬菜為栽培的耕地以及廢耕地
果樹農墾地	以柳丁、龍眼、木瓜及檳榔等為栽培的耕地
草地	未栽植農作物及林木之草生荒地
房舍	住家、工廠等建築物
人工鋪面	具有水泥化或柏油化之道路及地面
人工綠地	定期管理綠地，包括學校、公園以及公墓等
林地	天然林、次生林以及竹林
水域	埤塘、溪流及溪流兩側流域、渠道、漁塭
其他	未包含以上棲地類型

#### 4. 飼養觀察

此項工作目的是希望獲得沙氏變色蜥在台灣的生活史參數，以利輸入模式評估不同移除策略可能的成效。2013年2月至4月份在嘉義縣水上鄉三界村一帶，以徒手方式捕捉，共飼養成熟雄性個體16隻、成熟雌性個體14隻以及亞成體7隻之沙氏變色蜥。採用單隻飼養於塑膠盒(27公分×16.8公分×11.7公分)中，在底部鋪上土壤可供雌蜥產卵用。在25°C恆溫飼養，光照周期設定為am6:00開啟12小時，pm6:00關閉燈光至隔日am6:00為12小時黑暗期。飼養方面以蟋蟀為主要飼料，會依照蜥蜴個體大小餵食不同體型食餌，每日餵養固定量之食餌，並觀察沙氏變色蜥個體之攝食行為、攝食量、吻肛長(SVL)、體重變化、產卵行為。

#### 5. 形質測量及年齡層分析

由嘉義縣政府2012年移除補助收購的標本中，隨機取樣各分裝四大罐，約1800隻，利用游標尺測量個體吻肛長(SVL)及其他型質。依據Allen et al.(2000)定義，沙氏變色蜥雄性為吻肛長大於44公釐以上，雌性吻肛長(SVL)大於38公釐以上為性成熟，其餘為成熟個體，進行族群性比及年齡結構分析。將雌性成熟個體都另外分裝，以隨機抽樣方式取出50隻個體做解剖觀察，並計算成熟卵數與未成熟卵數。

#### 6. 資料分析

##### (1) 棲地佔有率模式分析

將135個調查網格內沙氏變色蜥之出現頻度，輸入棲地佔有模式(occupancy model)進行分析，估算沙氏變色蜥在2013年度之棲地佔有率及偵測率。另外將各網格內9項棲地因子納入棲地佔有率分析，瞭解網格內棲地類型因子與沙氏變色蜥之棲地佔有率的關係。

估算棲地佔有模式時，以棲地類型及調查時的氣溫與濕度作為棲地佔有率的共變數及偵測率的共變數，共建立 12 個競爭模式(表 2)來進行模式選擇。為了減少同時參與模式選擇的參數及模式數量，利用二階段的方式來進行模式選擇。先以每次調查時的氣溫(T)與濕度(H)作為可能影響偵測率的因子進行模式選擇，可發現調查時的氣溫為最佳的影響因子(表 3)；之後則固定以氣溫作為偵測率的共變數(即  $p(T)$ )，再繼續對可能影響棲地佔有率的棲地因子進行模式選擇。

表 2. 在模式選擇中，各競爭模式所代表之假設。

模式	代表假設
$\psi(\cdot), p(\cdot)$	棲地佔有率與偵測率不受任何因子影響。
$\psi(\cdot), p(T)$	棲地佔有率不受任何因子影響，而調查時的氣溫影響偵測率。
$\psi(\cdot), p(H)$	棲地佔有率不受任何因子影響，而調查時的溼度影響偵測率。
$\psi(AL), p(T)$	耕地所占之比例影響棲地佔有率，且調查時的氣溫影響偵測率。
$\psi(OR), p(T)$	果園所占之比例影響棲地佔有率，且調查時的氣溫影響偵測率。
$\psi(WL), p(T)$	次生林地所占之比例影響棲地佔有率，且調查時的氣溫影響偵測率。
$\psi(PA), p(T)$	人工鋪面所占之比例影響棲地佔有率，且調查時的氣溫影響偵測率。
$\psi(WA), p(T)$	水域所占之比例影響棲地佔有率，且調查時的氣溫影響偵測率。
$\psi(BU), p(T)$	房舍所占之比例影響棲地佔有率，且調查時的氣溫影響偵測率。
$\psi(GB), p(T)$	人工綠帶所占之比例影響棲地佔有率，且調查時的氣溫影響偵測率。
$\psi(GL), p(T)$	草地所占之比例影響棲地佔有率，且調查時的氣溫影響偵測率。
$\psi(OT), p(T)$	其他棲地類型所占之比例影響棲地佔有率，且調查時的氣溫影響偵測率。

表 3. 不同氣候因子對沙氏變色蜥偵測率的模式選擇結果。

模式	AIC	$\Delta$ AIC	AIC 權重	參數數量
$\psi(\cdot), p(T)$	244.69	0.00	0.7596	3
$\psi(\cdot), p(H)$	247.45	2.76	0.1911	3
$\psi(\cdot), p(\cdot)$	250.16	5.47	0.0493	2

## (2) 移除策略模擬分析

以Leslie matrix model建構以生活史時期為結構的族群模型，了解在不同移除條件下，沙氏變色蜥族群成長是否會受到抑制。開始族群趨勢的模擬之前，由於本年度沙氏變色蜥飼養觀察結果並無法提供生活史參數之運用，因此改以參考相關文獻蒐集沙氏變色蜥的生活史資料為主，以獲得其壽命、性熟時間、生殖力、存活率等生活史參數之數值(表4)，若有部分沙氏變色蜥的生活史參數無法由文獻得知，則參考其同屬(Anoles屬)之體型相近的種類。族群模擬中設定沙氏變色蜥的生殖力(F)為7，成體與亞成體的年存活率(S)均為0.3；而由本調查團隊在2012年蒐集的標本資料中，可得知沙氏變色蜥的族群年齡結構(表12)，其中亞成體：成體大約為1：1，而雌雄性比亦大約為1：1；另外，本調查團隊於本年度估計三界埔地區之族群數量約為60萬至100萬隻個體(請參見移除估算族群結果)，故分別以這兩個數值作為起始族群的數量來進行模擬估算。在移除的模擬之中，我們分別以每年移除固定的不同比例(0%、5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%及40%)與固定數量(不移除、5萬、10萬、15萬、20萬、25萬、30萬、35萬及40萬)來進行，並模擬各移除的設定下，沙氏變色蜥在未來10年期間族群趨勢的變化。最後，我們依據足以對沙氏變色蜥族群產生抑制效果的移除總數量(10年期間總共移除2,400,000隻個體，請參見結果)，設定五種不同的移除努力度之分配方案(表5)，以進一步探討未來移除工作的可能規劃方式，並模擬其族群抑制的成效；其中移除方案一：將總共需要移除的總數量(2,400,000隻個體)，平均分配



於各年來進行移除(240,000隻/年)；移除方案二：一開始即持續投入較高的移除努力度(300,000隻/年)；移除方案三：在前期(第一至四年)投入較高的移除努力度(300,000隻/年)，而後期(第五年以後)則逐漸降低移除努力度(250,000~150,000隻/年)；移除方案四：只在前期(第一至五年)投入較高的移除努力度(300,000隻/年)，但後期(第六年以後)則終止移除工作；移除方案五：在前期投入較低量的移除努力度(100,000~200,000隻/年)，而後期(第五年以後)則投入較高的移除努力度(300,000隻/年)。

表4. 沙氏變色蜥族群趨勢模擬中所利用的生活史參數之設定數值摘要。

生活史參數	參數值	說明	參考文獻
壽命		實驗室飼養最存活 18 個月，野外最多可活至 5 年。	Lee et al., 1989。
性熟時間	1 年。	約 1 年。	
窩卵數	1 個卵。	在生殖季中，大約每隔 1-2 週會排 1 個卵，而產卵週期與產卵數通常受到當時食物資源的影響，食物充足時，可一次產 2 個卵。	Cox & Calsbeek, 2010。
生殖季	7 個月。	4-10 月，共 7 個月。	Lee et al., 1989。
卵孵化率	0.3。	無沙氏變色蜥孵化率的相關資料，故此參數值將參考其同屬物種( <i>Anolis limifrons</i> )之孵化率，0.17-0.34。	Andrews, 1982。
生殖力	一隻雌蜥約可產下 7 隻幼蜥個體。	實驗室飼養情況下，每隻雌蜥可產下 4-5 隻幼蜥；平均約 10.9 天產下 1 隻幼蜥。一隻生理狀況良好的雌蜥，在食物充足的條件下，約可在一個生殖季期間(共 7 個月)，生殖 14-28 次，此產卵次數再乘上孵化率，可得一年中，一隻雌蜥約可產下 2-10 隻幼蜥個體。	Cox et al., 2011。
成體與成體的存活率	0.3。	整個生殖季期間的存活率為 0.34-0.53；而整年的存活率為 0.23-0.45。	Cox & Calsbeek, 2010；Cox et al., 2011。

表 5、各移除的模擬方案中，每年預計移除的個體數量與總移除數量。

	各年移除的個體數量(隻)										總移除數量(隻)	
	第一年	第二年	第三年	第四年	第五年	第六年	第七年	第八年	第九年	第十年		
方案一	240,000	240,000	240,000	240,000	240,000	240,000	240,000	240,000	240,000	240,000	240,000	2,400,000
方案二	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	-	-	-	-	2,100,000
方案三	300,000	300,000	300,000	300,000	250,000	200,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	2,250,000
方案四	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	不移除	不移除	不移除	不移除	不移除	不移除	1,500,000
方案五	100,000	100,000	200,000	200,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	2,400,000

“-”表示此方案到了第八年之後，因族群數量已幾乎被滅絕，故無需再進行移除動作。

## 伍、結果與討論

### 1. 沙氏變色蜥在嘉義縣水上鄉三界村與鄰近地區重複調查分布概況

2013年5月、7月以及9月在嘉義縣水上鄉三界村與鄰近地區之沙氏變色蜥重複調查中，共記錄4科7種有鱗目(Squamata)蜥蜴亞目(Lacertilia)爬蟲類，包括沙氏變色蜥、斯文豪氏攀蜥、印度蜓蜥(*Sphenomorphus indicus*)、長尾南蜥(*Mabuya longicaudata*)、麗紋石龍子(*Eumeces elegans*)、多線南蜥(*Mabuya multifasciata*)、疣尾蠍虎(*Hemidactylus frenatus*)、古氏草蜥(*Takydromus kuehnei*)、台灣草蜥(*Takydromus formosanus*)(表6)。本研究與歷年(2007年及2011年11月至2012年9月)調查結果相比，本年度多調查到外來種的多線南蜥，但卻少了古氏草蜥及台灣草蜥。

表6. 蜥蜴亞目在水上鄉三界村與鄰近地區之名錄。

科名	中文	學名	2013.5-7-9	2011.10~2012.9 <sup>1</sup>	2007 <sup>2</sup>
美洲鬣蜥科	沙氏變色蜥	<i>Anolis sagrei</i>	◎	◎	◎
飛蜥科	斯文豪氏攀蜥 <sup>3</sup>	<i>Japalura swinhonis</i>	◎	◎	◎
石龍子科	印度蜓蜥	<i>Sphenomorphus indicus</i>	◎	◎	◎
	長尾南蜥	<i>Mabuya longicaudata</i>	◎	◎	◎
	麗紋石龍子	<i>Eumeces elegans</i>	◎	◎	◎
	多線南蜥	<i>Mabuya multifasciata</i>	◎	◎	
壁虎科	疣尾蠍虎	<i>Hemidactylus frenatus</i>	◎	◎	◎
正蜥科	古氏草蜥	<i>Takydromus kuehnei</i>		◎	◎
	台灣草蜥 <sup>3</sup>	<i>Takydromus formosanus</i>		◎	◎

<sup>1</sup> 邱與莊(2012)在嘉義水上鄉三界村所記錄的蜥蜴亞目之名錄

<sup>2</sup> 侯(2007)在嘉義水上鄉三界村的蜥蜴亞目之名錄

<sup>3</sup> 表示台灣特有種

2013 年 5、7、9 月在嘉義縣三界村及鄰近地區之網格重複調查共記錄到 512 隻蜥蜴，沙氏變色蜥累計數量最多為 278 隻，佔數量百分比為 54.3%；其次為斯文豪氏攀蜥共調查到 136 隻，佔 26.56%(表 7)；其餘蜥蜴物種的數量百分比均不到 10%，長尾南蜥共調查到 37 隻(7.32%)；麗紋石龍子記錄到 31 隻(11.56%)；疣尾蠍虎記錄到 21 隻(4.1%)；另外，印度蜓蜥及多線南蜥皆不到 10 隻，分別各僅佔 1.17%及 0.59%。綜合以上結果，2013 年調查到沙氏變色蜥族群數相較其他共域蜥蜴仍為最高，與 2012 年度網格調查結果一樣以沙氏變色蜥累計數量為最高(侯等, 2012)(表 14)。

表 7. 2013 年 5、7、9 月在 135 個網格內不同蜥蜴佔有網格數及發現累計隻數。

物種	佔有網格數	網格佔有百分比(%) <sup>4</sup>	累計隻次	數量百分比(%) <sup>5</sup>
沙氏變色蜥	28	28.57	278	54.30
斯文豪氏攀蜥	61	62.24	136	26.56
印度蜓蜥	6	6.12	6	1.17
長尾南蜥	30	30.61	37	7.23
多線南蜥	3	3.06	3	0.59
麗紋石龍子	22	22.45	31	6.05
疣尾蠍虎	16	16.33	21	4.10
總計	98 <sup>6</sup>		512	

<sup>4</sup>各物種各佔有網格數除以總共 135 個網格之百分比

<sup>5</sup>各物種累計隻次數量除以總累計 512 隻數量之百分比

<sup>6</sup>在 135 個網格中共有 98 個網格有蜥蜴的紀錄，而有 37 個網格未發現任何種類的蜥蜴

2013 年網格重複調查中有 98 個網格有調查到蜥蜴，而 37 個網格內尚未調查到任何蜥蜴物種。斯文豪氏攀蜥在累計佔有網格數最高達 61 格，佔六成左右 (62.24%)；其次為長尾南蜥及沙氏變色蜥各為 30 格(30.61%)及 28 格(28.57%)；麗紋石龍子有 22 格(22.45%)；疣尾蠍虎佔有 16 格(16.33%)。印度蜓蜥(6.12%)及多線南蜥(3.06%)之累計佔有網格數皆不超過 10 格(表 7)。若比較各物種佔有網格分布位置，以沙氏變色蜥佔有網格位置相較其他共域蜥蜴為集中出現於核心區三界村地區(圖 8)。樹棲型之斯文豪氏攀蜥偏好出現開闊樹林邊緣，疣尾蠍虎則偏好出現住家附近及樹上，此二種共域蜥蜴相較沙氏變色蜥則呈現分布網格較廣(圖 9A)。地棲型長尾南蜥、多線南蜥、麗紋石龍子、印度蜓蜥偏好出現森林底層及草生地，網格分布情況則較為隨機分布的情況(圖 9B)。

2013 年 5、7、9 月網格重複調查結果，以 5 月的斯文豪氏攀蜥網格調查累計數量最高為 62 隻，其次為沙氏變色蜥(31 隻)、長尾南蜥(25 隻)以及麗紋石龍子(17 隻)，其餘 3 種蜥蜴在 5 月調查不到 10 隻(圖 10)。7 月以沙氏變色蜥(52 隻)網格調查數量為最高，9 月沙氏變色蜥調查數量持續上升高達 195 隻，遠高於 9 月其他蜥蜴物種調查數量。斯文豪氏攀蜥在 7 月及 9 月調查數量則有下降趨勢，在 9 月斯文豪氏攀蜥數量下降至 34 隻(圖 10)。綜合以上述，沙氏變色蜥調查數量從 5 月至 9 月有持續上升的趨勢，此可能與沙氏變色蜥當年新生幼蜥在秋季體型逐漸成熟有關，或是沙氏變色蜥成蜥在 4、5 月為繁殖期，而到了 9 月幼蜥逐漸孵化出現(楊懿如，私人通訊)，因此本年度 9 月調查中提高偵測到沙氏變色蜥的數量。本年度執行穿越線調查時，觀察到沙氏變色蜥的距離較遠，可能影響到正確的判斷沙氏變色蜥成蜥及幼蜥之差異，因此並未記錄沙氏變色蜥的年齡分級，有待後續利用捕捉方式，直接確認沙氏變色蜥不同年齡層可能與季節變化或是環境因子之間的關係。

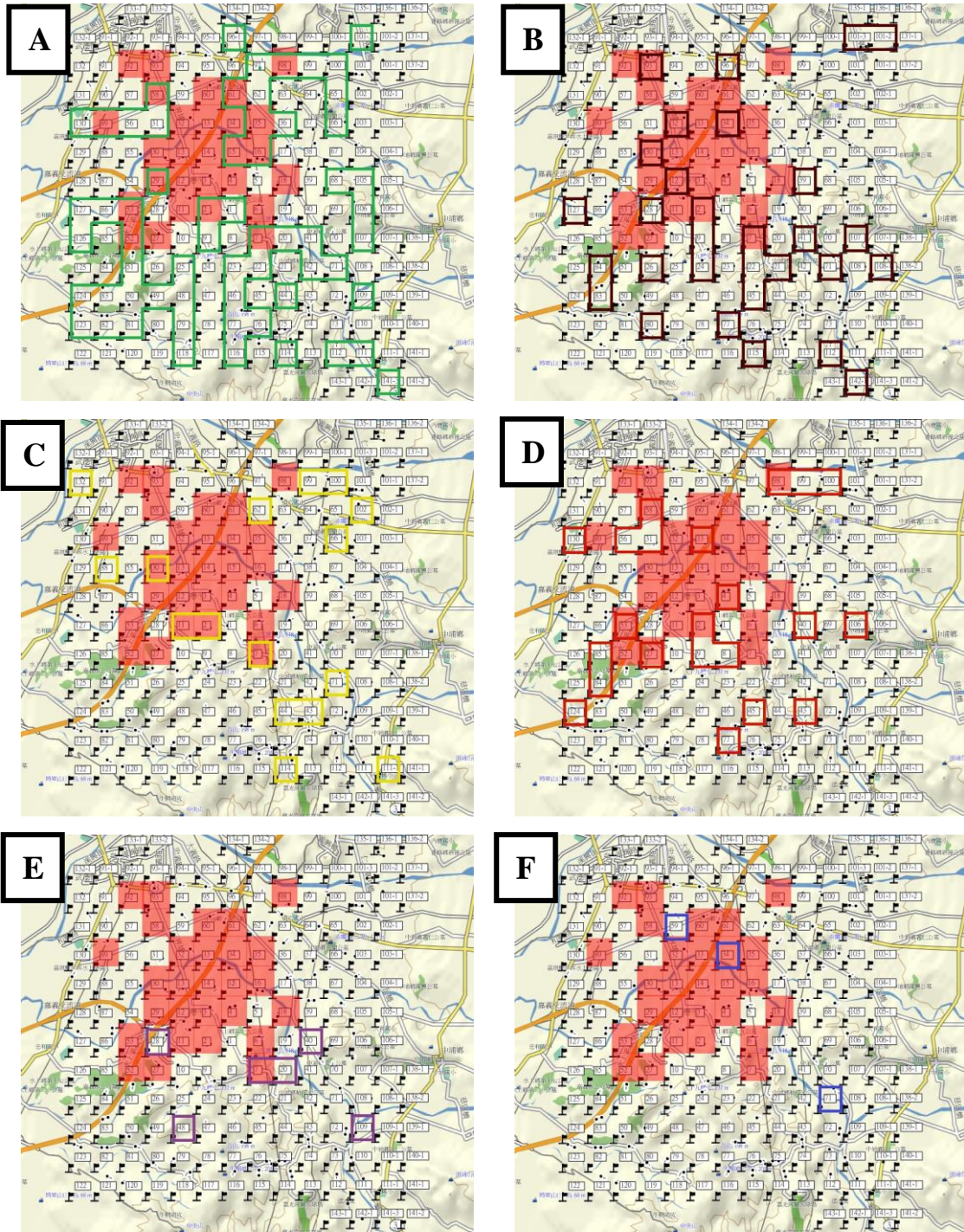


圖 8. 沙氏變色蜥與共域蜥蜴佔有網格分布位置比較圖。A~F 圖中沙氏變色蜥為紅色區塊範圍，(A)斯文豪氏攀蜥為綠色框線範圍；(B)長尾南蜥為紅棕色框線範圍；(C)疣尾蠍虎為黃色框線範圍；(D)麗紋石龍子為深紅色框線範圍；(E)印度蜓蜥為紫色框線範圍；(F)多線南蜥為藍色框線範圍。

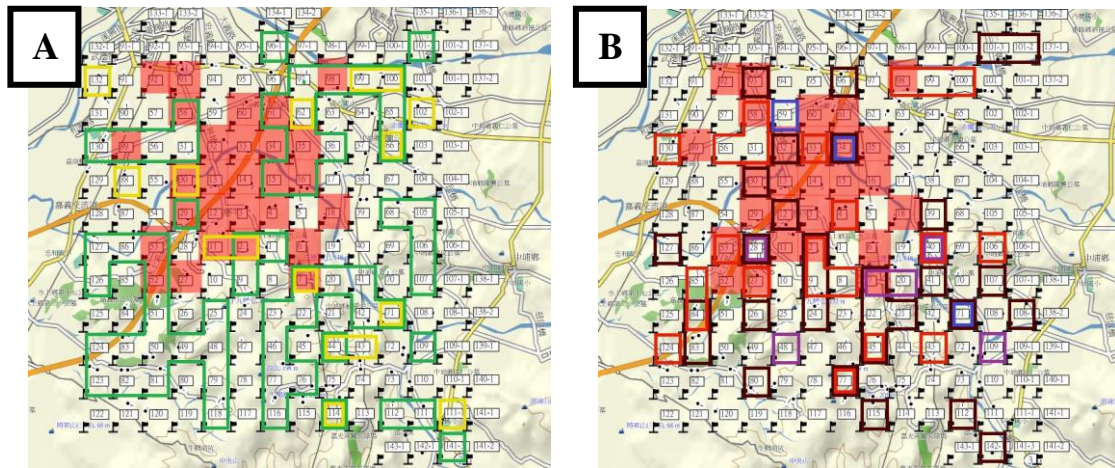


圖 9. 沙氏變色蜥與樹棲型及地棲型蜥蜴佔有網格分布位置之比較。(A)樹棲型蜥蜴物種與沙氏變色蜥佔有網格分布位置比較圖(沙氏變色蜥為紅色區塊範圍，斯文豪氏攀蜥為綠色框線範圍，疣尾蠍虎為黃色框線範圍)。(B)地棲型蜥蜴物種與沙氏變色蜥佔有網格分布位置比較圖(沙氏變色蜥為紅色區塊範圍，長尾南蜥為紅棕色框線範圍，麗紋石龍子為深紅色框線範圍，印度蜓蜥為紫色框線範圍，多線南蜥為藍色框線範圍)。

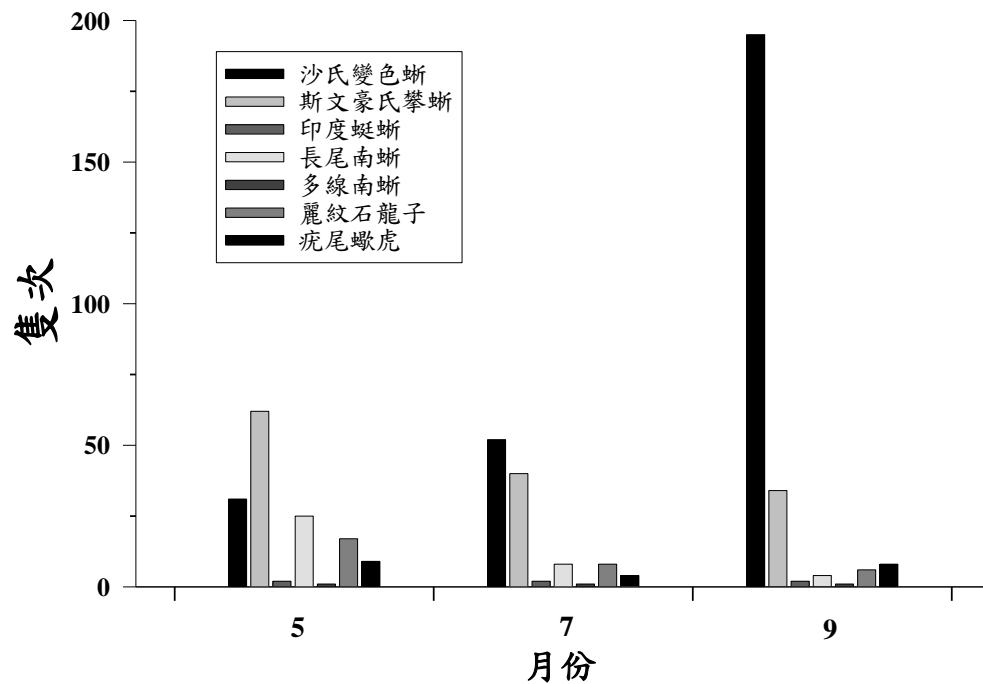


圖 10. 2013 年 5、7、9 月在 135 個網格內不同種蜥蜴目擊發現累計隻次。

2013 年 5 月、7 月以及 9 月沙氏變色蜥網格重複調查中累積佔有網格數共 28 格，其中沙氏變色蜥在 9 月(23 格)的累計佔有網格數為高於 5 月(12 格)及 7 月(16 格)(圖 11B、C、D)。2013 年 5 月、7 月以及 9 月三次調查中皆有調查到沙氏變色蜥的網格共 9 個，包括編號 3、11、12、16、30、33、53、58 以及 61；編號 13、15、29、34 以及 93 則有二次調查到；編號 2、4、6、14、15、18、27、32、52、60、89、92 以及 98 之網格僅記錄到一次沙氏變色蜥(圖 11A)。

5 月的沙氏變色蜥在編號 30 及 33 號網格可發現最多 6 隻，而編號 16 號網格為 4 隻的紀錄。5 月的編號 58 及 61 號均記錄到 3 隻；編號 3 及 7 號網格則為 2 隻；編號 11、12、13、35、53 號網格各僅記錄到 1 隻沙氏變色蜥(圖 11B)。7 月以編號 3 號網格記錄最高為 7 隻，於 16 號網格可調查到 6 隻，在 2 號及 33 號可調查到 5 隻，其餘 12 個網格在 7 月皆調查不到 5 隻(圖 11C)。9 月沙氏變色蜥在 29 號(24 隻)、30 號(21 隻)、58 號(22 隻)以及 61 號(20 隻)等 4 個網格記錄到高達 20 隻以上，而 12 號(10 隻)、15 號(12 隻)、16 號(12 隻)、33 號(12 隻)、53 號(14 隻)以及 93 號(19 隻)網格記錄到 10 至 20 隻(圖 11D)。由上述結果顯示沙氏變色蜥在 9 月之累計隻次及網格佔有格皆最高，此可能與沙氏變色蜥在此時段孵化幼蜥數量較多，因此提高了 9 月偵測到沙氏變色蜥的機率，後續有待進一步了解沙氏變色蜥不同年齡層與出現季節的關係。



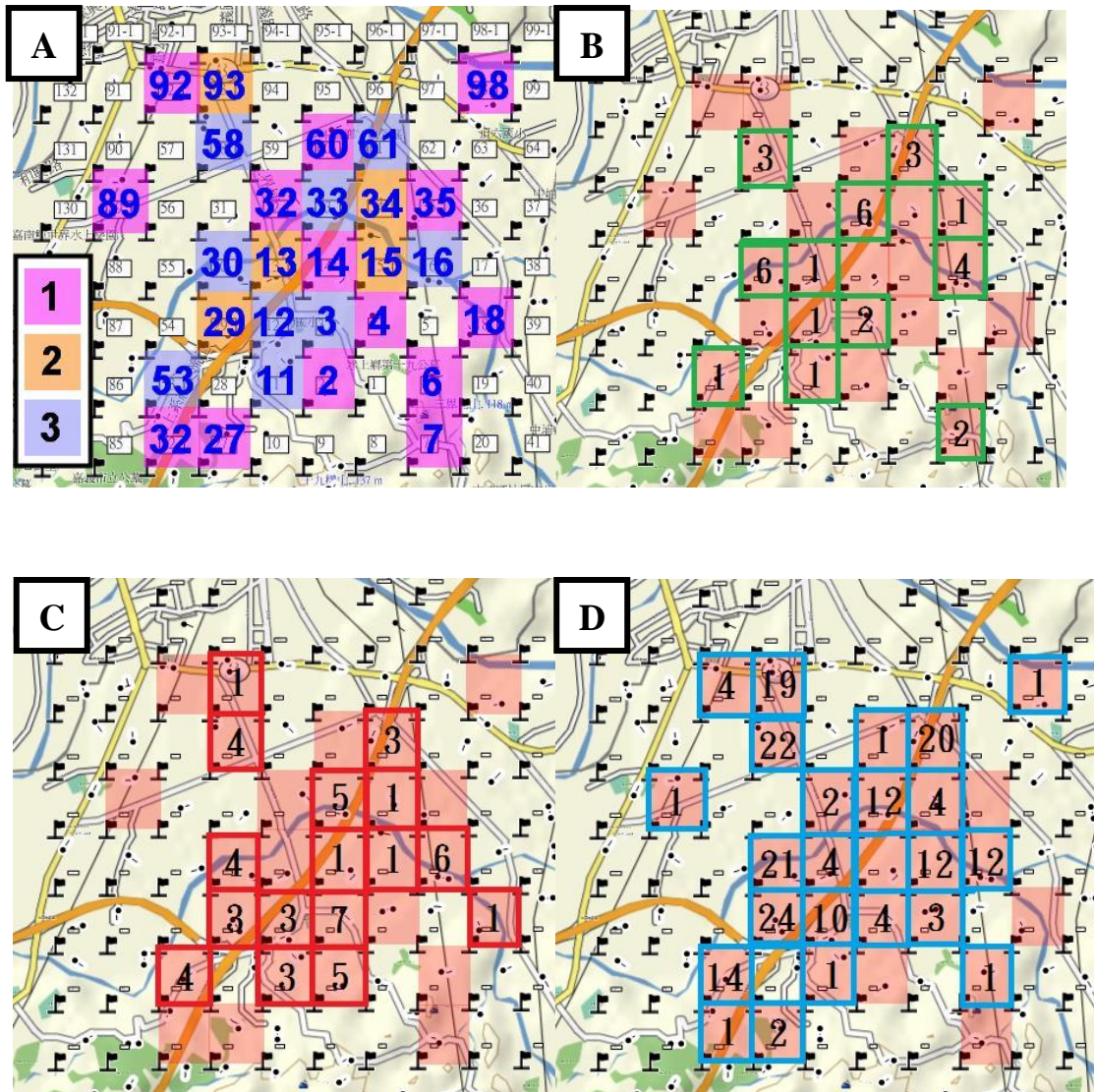


圖 11. 2013 年 5 月、7 月以及 9 月在嘉義縣水上鄉三界村與鄰近地區沙氏變色蜥佔有網格分佈位置及累計隻次：(A) 28 個佔有網格網格內調查到沙氏變色蜥次數，不同顏色區塊範圍代表調查到沙氏變色蜥次數：桃紅色為 1 次；淺橙色為 2 次；淺藍色為 3 次，藍色數字為網格編號 (B) 5 月網格分佈位置，黑色數字為累計隻次 (C) 7 月網格分佈位置，黑色數字為累計隻次 (D) 9 月網格分佈位置，黑色數字為累計隻次。圖層資料來源:MapSource，本研究繪製。

侯等(2007)在嘉義水上鄉發現 13 個網格有記錄沙氏變色蜥族群，本年度研究與 2007 年調查結果比較，編號 1、5、8 以及 9 未再度調查到沙氏變色蜥(圖 12)，推測可能受到近年移除沙氏變色蜥族群計畫的影響，而降低偵測到沙氏變色蜥的蹤跡，但未來仍有待進一步的調查，釐清在此地進行移除的人員確切移除地點及時間，並配合持續監測族群調查，以了解評估移除計畫是否造成這幾個編號網格內沙氏變色蜥偵測率降低的原因。

2012 年在 124 個網格內累積十次調查結果，共 39 個佔有網格數(邱與莊, 2012)(表 15)。與本年度調查資料(28 個)相比較，今年調查共增加 5 個新記錄網格，包括編號 32、35、60、89、83 以及 98，但少了 16 個網格，包括標號 1、5、9、26、28、29、39、41、71、73、84、96、101、108、110、111、112 之網格(圖 12)。其中沙氏變色蜥在網格北方增加新紀錄網格，顯示沙氏變色蜥的分布範圍可能持續向北方蔓延。王國權(2013)以邏輯回歸模型預估沙氏變色蜥會向較平坦嘉義市蔓延，因此後續必須持續監測網格的北方沙氏變色蜥族群動態，以避免族群跨過八掌溪進入至嘉義市市郊。沙氏變色蜥在東南方佔有網格數為減少趨勢，可能因為當地族群數量本來就較少而影響到本年度偵測的機率，或是因為網格棲地地貌持續變動及干擾等，迫使沙氏變色蜥族群無法在當地立足生存，未來仍有待探討當地沙氏變色蜥分布動態與棲地變動之間的關係。

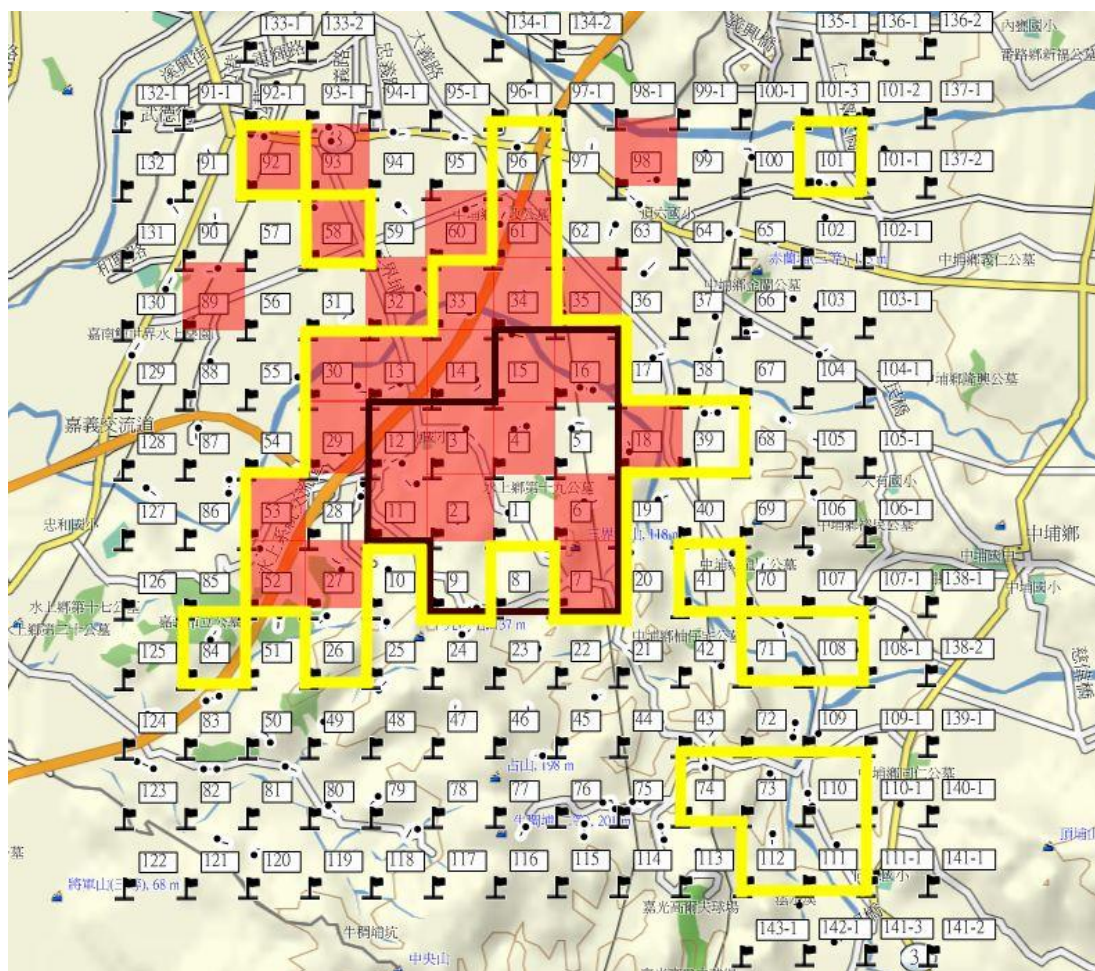


圖 12. 嘉義縣水上鄉三界村與鄰近地區在歷年調查之沙氏變色蜥分佈位置圖，紅色區塊範圍為 2013 年 5 月、7 月以及 9 月在 135 個網格調查結果；黃色粗線條圍住範圍為 2011 年 10 月至 2012 年 9 月在 124 個網格內調查結果(邱與莊, 2012)；黑色粗線條圍住範圍為 2007 年調查結果(侯等, 2007)。圖層資料來源:MapSource，本研究繪製。

## 2. 三界村以外地區調查

三界村以外地區之調查沙氏變色蜥族群數量，在 7 次調查中，嘉義縣六腳鄉頂頭厝及嘉義市王田里環保公園均有 4 次以上發現沙氏變色蜥蹤跡。嘉義市王田里穿越線除了 4 月無記錄，其餘 5 月至 10 月皆有發現到沙氏變色蜥，以 8 月記錄到沙氏變色蜥數量最多為 8 隻，其次為 5 月(6 隻)及 9 月(5 隻)，於 6 月、7 月以及 10 月各僅調查到一隻(圖 15)。王田里發現地點還是以最初通報地點環保公園為主(圖 13)，表示當地沙氏變色蜥族群仍可能集中在公園內(圖 26)，尚未大規模擴散嘉義市王田里社區內民宅附近，但由於楊懿如(2012)發現花蓮縣境內民宅附近的沙氏變色蜥隱密性高不易完全移除，加上鄰近王田里之農業試驗所內之沙氏變色蜥仍未進行調查，未來仍須持續監測當地族群分布。另外，本研究團隊於 2013 年 8 月 17 日在嘉義市王田里環保公園與嘉義荒野協會舉辦移除外來種沙氏變色蜥活動，活動當天在公園內利用射擊法共移除 11 隻，但未捕捉 17 隻沙氏變色蜥(圖 28)。

嘉義縣六腳鄉頂頭厝在 5 月發現疑似一筆資料，之後 8 月才再度發現沙氏變色蜥的蹤跡，然而目擊出現地點並非最初通報地點，表示當地沙氏變色蜥族群有擴散跡象，須加強監測當地族群分布並進行移除(圖 27)。六腳鄉頂頭厝從 8 月至 10 月調查數量持續攀升，9 月記錄沙氏變色蜥數量高達 30 隻(圖 15)，並該次調查直接移除 9 隻沙氏變色蜥。六腳鄉蒜頭糖廠環保園區內僅於 4 月份發現一隻(圖 15)，由當地環保園區人員發現並直接移除，而本年度 7 次調查中糖廠鄰近地區也尚未記錄到沙氏變色蜥。當地園區內花圃、草生地以及人工綠地可能適合沙氏變色蜥的生存，因此目前無法判定沙氏變色蜥已在環保園區內消失，未來仍需持續監測並與當地環保園區人員建立通報機制，必要時直接移除當地沙氏變色蜥的族群。



圖 13. 沙氏變色蜥在嘉義市王田里通報地點及 2013 年發現地點。



圖 14. 沙氏變色蜥在嘉義縣六腳鄉頂頭厝通報地點及 2013 年發現地點。

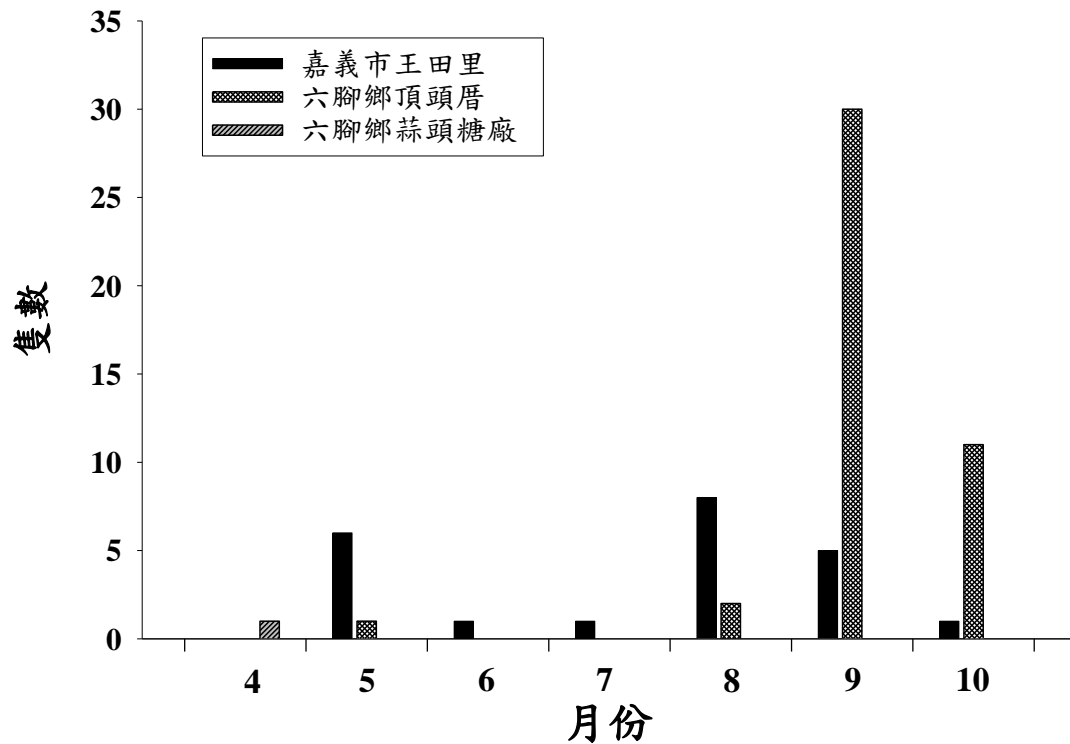


圖 15. 沙氏變色蜥在嘉義市王田里、六腳鄉頂頭厝以及六腳鄉蒜頭糖廠於 2013 年 4 月至 10 月之數量變化。

### 3. 日間移除法前測結果

從 6 月 7 日至 6 月 21 日以徒手捕捉法進行移除，而 6 月 28 日至 7 月 12 日則改為射擊法移除，期間每週進行移除 1 小時，於三界埔苗圃內移除沙氏變色蜥 56 隻，在三界埔苗圃外移除 16 隻。由表 8 可知以射擊法移除效果較佳。在三界埔苗圃內以以射擊法移除之平均每次捕獲數可為  $10.67 \pm 9.61$  隻 ( $n=3$ )；徒手捕捉法平均每次捕獲數為  $8.33 \pm 2.89$  隻 ( $n=3$ )，低於射擊法。苗圃外平均每週捕獲數同樣以射擊法 ( $4.00 \pm 1.73$  隻,  $n=3$ ) 較徒手捕捉法 ( $1.33 \pm 1.15$  隻,  $n=3$ ) 為高。沙氏變色蜥在苗圃內若以徒手捕捉法之平均每週捕獲率為  $47.66 \pm 20.28\%$  ( $n=3$ )，而使用射擊法移除則可高達  $56.33 \pm 29.67\%$  ( $n=3$ )。苗圃外地區以徒手捕捉法移除之平均每週

捕獲率為  $20.74 \pm 20.04\%$  ( $n=3$ )，以射擊法移在苗圃外為高達  $58.13 \pm 27.64\%$  ( $n=3$ )(表 9)。以上結果說明以射擊法在苗圃內外之平均每週捕獲數及捕獲率皆高於徒手捕捉法捕獲率，因此本研究後續移除方式會改用射擊法進行沙氏變色蜥的移除。另外，此結果也顯示每週進行移除 1 小時移除效果有限，可能需要增加移除時間或是連續移除天數，才可提高沙氏變色蜥移除隻數。而因沙氏變色蜥移除隻數不夠高，以此移除資料未能估計沙氏變色蜥族群數量。爾後在 2013 年 9 月 9 日經東華大學楊懿如老師及其團隊指導圍籬捕抓(圖 16)，本團隊修正移除方式，增加移除效率，使得以估算族群量。



圖 16. 2013 年 9 月 9 日在花蓮地區由東華大學楊懿如老師指導本研究團隊圍籬捕抓沙氏變色蜥。

表 8. 三界埔苗圃內每週移除沙氏變色蜥之數量變化。

	日期	捕獲隻數	未捕獲隻數	總合	捕獲率(%) <sup>7</sup>	未捕獲率 (%)
徒手捕 捉法	6月7日	10	5	15	66.67	33.33
	6月14日	5	14	19	26.32	73.68
	6月21日	10	10	20	50.00	50.00
mean±SD		8.33±2.89	9.67±4.51	16.00±2.65	47.66±20.28	52.34±43.67
射擊法	6月28日	9	6	15	60.00	40.00
	7月5日	2	6	8	25.00	75.00
	7月12日	21	4	25	84.00	16.00
mean±SD		10.67±9.61	5.33±1.15	16.00±8.54	56.33±29.67	43.67±29.67

表 9. 三界埔苗圃外每週移除沙氏變色蜥之數量變化。

	日期	捕獲隻數	未捕獲隻數	總合	捕獲率(%) <sup>7</sup>	未捕獲率 (%)
徒手捕 捉法	6月7日	2	5	7	40.00	71.43
	6月14日	0	14	14	0.00	100.00
	6月21日	2	9	11	22.22	81.82
mean±SD		1.33±1.15	9.33±4.51	10.67±3.51	20.74±20.04	84.42±14.46
射擊法	6月28日	5	6	11	83.33	54.55
	7月5日	2	7	9	28.57	77.78
	7月12日	5	8	13	62.50	61.54
mean±SD		4.00±1.73	7.00±1.00	11.00±2.00	58.13±27.64	64.62±11.92

<sup>7</sup>沙氏變色蜥捕獲率(%)為每次捕獲數除以每次總目擊隻數之百分比



#### 4. 夜間圍籬移除法族群估算

2013 年 10 月 23 日至 26 日利用塑膠瓦韌板圍成方形樣區(10m×10m)，並以移除法進行估算族群。經過連續三天移除，在三界埔苗圃內 A、B、C 三塊樣區內沙氏變色蜥捕獲數量皆有下降趨勢，移除第三天下降至零隻或是一隻個體(圖 17)。A 區共移除 14 隻沙氏變色蜥；B 區共移除到 9 隻；C 區共移除了 13 隻。由以上結果估算沙氏變色蜥在嘉義縣水上鄉三界村每 100 平方公尺約有 9 至 14 隻之族群量，在換算成每公頃約有 900 至 1400 隻。Wiley(2005)針對 1990 年始入侵路易斯安那州的沙氏變色蜥進行密度估算，發現在 Hebert's Nursery 苗圃內族群密度為每公頃 330 隻，三界埔苗圃之沙氏變色蜥密度與其相比高出 3 倍以上。有鑑於了解族群量的變化，是評估沙氏變色蜥移除效率的關鍵因素，因此建議日後相關單位仍應繼續進行族群量估計的工作。夜間圍籬移除法效率較高，未來族群量估算必須考慮增加移除樣區的樣本數，或是選擇標記再補抓法以 Jolly-Seber model 估算族群量，同時獲得存活率等參數。

本年度網格重複調查以每 500 公尺 × 500 公尺 建立網格系統，經由每 100 平方公尺族群量換算一個網格內沙氏變色蜥約有 22,500 至 35,000 隻。本年度 135 個網格內記錄到沙氏變色蜥之網格數共有 28 個，因此可再估算沙氏變色蜥在嘉義縣水上鄉三界村及鄰近地區在佔有網格數 28 個可能約有 630,000 至 980,000 隻族群量。

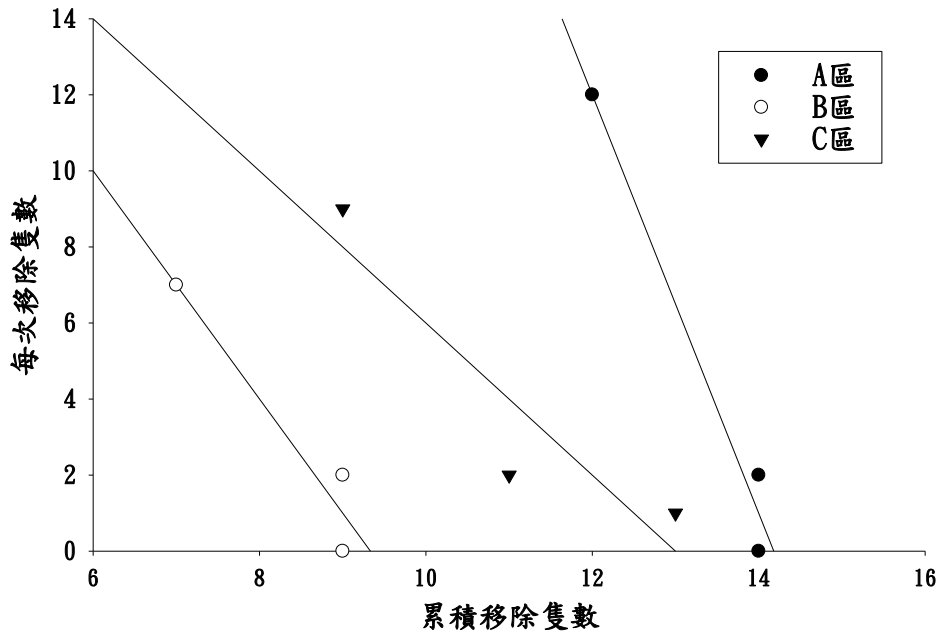


圖 17. 三界埔苗圃內選取 10m×10m 樣區利用移除法捕捉沙氏變色蜥累積隻數。

## 5. 網格內棲地組成

依據 135 個網格內穿越線內所評估的棲地類型，以果園棲地類型最高為 23.0%，其餘依序分別為草生地、人工鋪面、次生林地以及房舍，所占的百分比為 20.47%、14.8%、13.2% 以及 11.8% (圖 18)。而耕地(9.6%)、人工綠帶(4.6%)、水域(2.3%) 以及其他區域(0.2%) 均不到 10%。

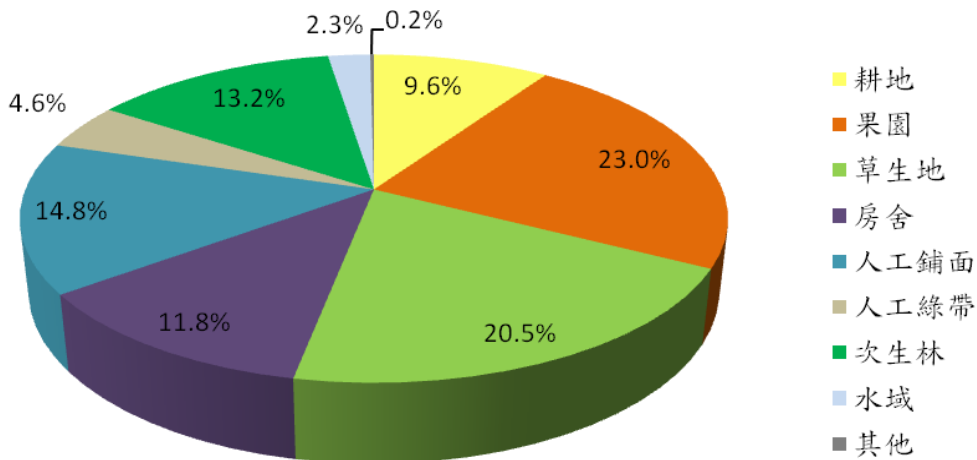


圖 18. 135 個網格調查區域的棲地組成。

## 6. 不同棲地類型與沙氏變色蜥族群分佈的關係

棲地佔有模式估算之沙氏變色蜥的偵測率為  $0.531 \pm 0.075$ ，表示調查穿越線上記錄到沙氏變色蜥的個體，有 53% 的機率被記錄到；其中調查時的記錄到氣溫與沙氏變色蜥的偵測率呈現一個線性負的相關性(圖 19； $f(x) = 2.9838 - 0.0735 * x$ ， $R^2 = 0.9906$ ， $p < 0.001$ )。Corn(1971)將沙氏變色蜥馴化在  $20^\circ\text{C}$  環境下 7 天之後，臨界高溫(critical thermal maximum, CTmax) $38.2^\circ\text{C}$  至  $41.7^\circ\text{C}$ ，馴化於  $30^\circ\text{C}$  時則可達  $40.0^\circ\text{C}$  至  $43.0^\circ\text{C}$ ，但其平均偏好溫度(mean preferred temperature)可為  $33.34 \pm 2.30^\circ\text{C}$ 。本年度研究發現嘉義夏季戶外中午 12 點至 2 點的溫度為高於  $33^\circ\text{C}$  以上，當調查時的氣溫越高，調查人員能偵測到沙氏變色蜥個體機率也會越低。由於蜥蜴類生物屬於外溫動物，表示體溫會隨著環境溫度而改變。當環境溫度太高時可能會對動物造成生理功能不利，此時動物會以不同方式進行調節。其中爬蟲類會有逃離高溫環境之區域以及尋找棲地中較陰涼的區塊躲藏行為方式進行調節。因此沙氏變色蜥在網格調查可能因為個體處於高溫環境下時，進而躲藏較隱蔽而陰涼的區塊，使得估算出偵測率數據會隨著氣溫上升而偵測率有降低趨勢。

文獻記載沙氏變色蜥為半樹棲(semi-arboreal)型的蜥蜴(Williams, 1983；Campbell, 2002)，會利用地面至樹幹(trunk-ground)的空間棲息。根據棲地佔有模式所估算出之沙氏變色蜥的棲地佔有率為  $0.2361 \pm 0.057$ ，表示在調查的範圍內，約有 23.6% 的區域範圍已有沙氏變色蜥的族群分布。各棲地類型對沙氏變色蜥的棲地佔有率之模式選擇結果顯示，耕地所佔之百分比為影響到沙氏變色蜥的棲地佔有率最顯著的棲地因子(表 10)，當耕地的比例越高時，沙氏變色蜥的棲地佔有率也會越高(圖 20； $f(x) = 1.0016 / (1 + \exp(-(x - 35.8464) / 0.0081))$ )， $R^2 = 1$ ， $p < 0.001$ )。研究發現嘉義地區沙氏變色蜥能廣泛利用各種棲地類型，包括草叢、房舍周邊花園及人工設施等(邱與莊, 2012)，並不是侷限在耕地(水田及旱田)的環境中出現，但耕地會隨的季節變化會有不同期的稻作、輪作、休耕等，會有不同的程度的人

為干擾，同時耕地作物通常較空曠，缺少大型灌木層植被地高度，此結果符合前人研究沙氏變色蜥偏好出現於人為干擾開闊(Campbell, 2002)。對於沙氏變色蜥的族群控制，未來可以優先針對耕地類型的區塊進行調查或移除工作，並監測常態的作物輪作模式是否與沙氏變色蜥的族群動態和利用情形有關。結果顯示，沙氏變色蜥並不會偏好林相較翁鬱的次生林環境，是否意味著改變植被類型成為次生林即可讓沙氏變色蜥的族群量改變?目前仍無法下此結論，不過可以透過長期監測來釐清關鍵的機制，尤其當有廢耕地，植被由農作物轉變成灌叢，或朝向樹林型態演替的過程中，可進行觀察實驗，是否因改變沙氏變色蜥的棲地類型，而造成其族群量的變化。棲地佔有率模式所需投入的調查頻度時間較短，且以是否有發現的機率來估算，調查難度及人力需求較低，適合做為大範圍生物分布及族群動態監測之用，如果可以長期收集相關網格調查資料，就可推測沙氏變色蜥之族群變化，本年度對沙氏變色蜥所估算出來的棲地佔有率，可作為未來族群分布是否有擴散趨勢的評估基準。

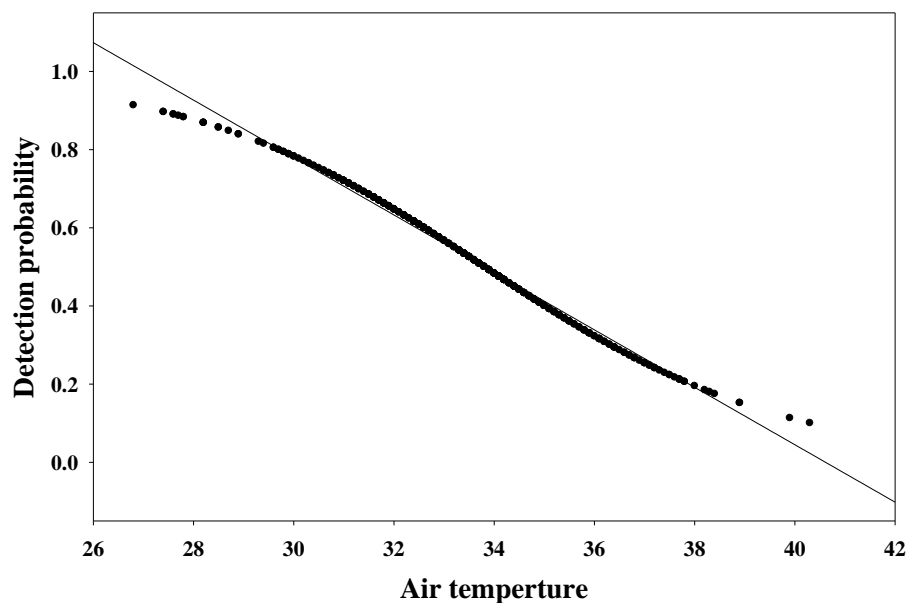


圖 19. 對沙氏變色蜥的偵測率與調查時的氣溫之關係圖。

表 10. 不同棲地因子對沙氏變色蜥棲地佔有率的模式選擇結果。

模式	AIC	$\Delta$ AIC	AIC 權重	參數數量
$\psi(\text{AL}), p(\text{T})$	236.70	0.00	0.7794	4
$\psi(\text{OR}), p(\text{T})$	240.79	4.09	0.1008	4
$\psi(\text{WL}), p(\text{T})$	241.88	5.18	0.0585	4
$\psi(\cdot), p(\text{T})$	244.69	7.99	0.0143	3
$\psi(\text{PA}), p(\text{T})$	244.72	8.02	0.0141	4
$\psi(\text{WA}), p(\text{T})$	245.37	8.67	0.0102	4
$\psi(\text{BU}), p(\text{T})$	246.49	9.79	0.0058	4
$\psi(\text{OT}), p(\text{T})$	246.50	9.80	0.0058	4
$\psi(\text{GB}), p(\text{T})$	246.55	9.85	0.0057	4
$\psi(\text{GL}), p(\text{T})$	246.68	9.98	0.0053	4

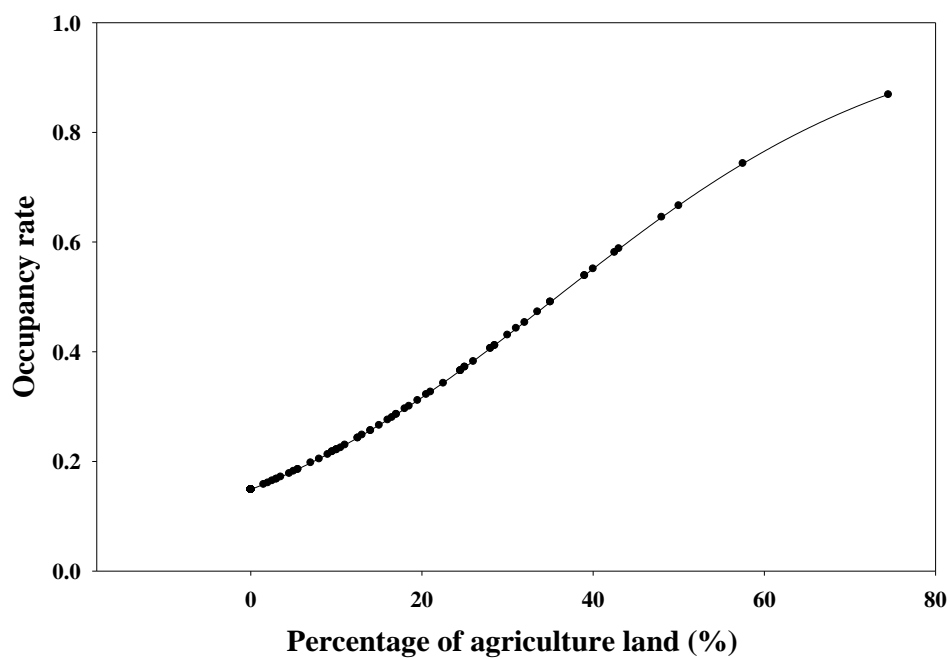


圖 20. 沙氏變色蜥的棲地佔有率與耕地所占百分比之關係圖。

## 7. 沙氏變色蜥飼養成果及移除個體年齡分布變化

本年度室內飼養沙氏變色蜥雄性個體 16 隻，雌性個體 14 隻，亞成個體 7 隻。沙氏變色蜥食性研究中食用頻率最高的膜翅目(Norval et al., 2010)，不過為了餵食管理方便，本研究以蟋蟀及幼體葉蟬為食餌，並依照個體大小而餵食不同體型的昆蟲，以增加沙氏變色蜥取食偏好度。然而本年度飼養個體全數死亡。另外，當中有 2 隻沙氏變色蜥雌蜥分別於 6 月 18 日及 7 月 16 日各產下 1 顆卵，但皆未成功孵化出幼蜥。

由 2012 年移除收購的沙氏變色蜥中隨機取得約 1800 隻沙氏變色蜥標本，再隨機選取 683 隻沙氏變色蜥進行形質測量。依照 Allen et al.(2000)對沙氏變色蜥年齡層之分類，沙氏變色蜥亞成體(包含初生幼體)達 57.1%，而大於 44mm 以上之雄性個體為 21.38%，及大於 38mm 以上之雌性個體為 21.52%(表 11)。由 147 隻雌性成熟個體隨機抽樣 50 隻解剖，其中雌性成熟個體平均吻肛長為  $43.6 \pm 2.7$  mm (n=50)，在平均成熟卵共有  $1.5 \pm 0.97$  顆(n=50)，平均未成熟卵為  $0.54 \pm 0.68$  顆(n=50)，平均一隻雌性個體的成熟卵與未成熟卵為  $2.04 \pm 0.69$  顆。侯等(2007)所使用的三大尺度為全長(含尾部)，沙氏變色蜥的幼體小於 50mm，亞成個體為全長介於 70 至 50mm、成體為全長大於 70mm。將侯等(2007)三尺度帶入回歸線公式，換算成吻肛長小於 20.70mm 為幼體，介於 20.70mm 至 26.90mm 為亞成個體、大於 26.90mm 為成體(邱慈暉、莊孟憲，2012)，套用至 2012 年收購樣本可見幼體為 33%，亞成個體為 24%，成體為 43% (表 12)。根據 Allen et al.(2000)分類在 2012 年移除的個體以亞成體以下佔大多數，若改以侯等(2007)進行分類同樣以亞成體及幼體佔大多數。若比較 2011 年 8 月 31 日及 9 月 7 日收購結果，2012 年收購亞成體及幼體高於 2011 年，是否因為當年族群結構就是如此、或是移除者偏好，或是因環境因子變化等因素，影響到收購沙氏變色蜥族群結構，仍有待考證及進一步探討。建議移除補助政策宜增加參與移除者的行前教育，並輔導配合相關單位，有詳細捕抓時間、地點等紀錄的標本，將有助於釐清族群結構的問題。

表11. 2012年移除收購1800隻沙氏變色蜥標本依Allen et al(2000)分類方法分析族群結構。

	亞成體	雄成體(>44mm)	雌成體(>38mm)	總和
個體數	390	146	147	683
百分比(%)	57.10	21.38	21.52	

表 12. 2012 年移除收購沙氏變色蜥標本以侯等人(2006)尺度做出的族群結構以及與 2011 年 8 月 31 日及 2011 年 9 月 7 日移除收購標本。

	2012 年	2011 年 8 月 31 日	2011 年 9 月 7 日
成體	43%(293 隻)	70.45%(372 隻)	70.11%(373 隻)
亞成體	24%(165 隻)	13.83%(73 隻)	16.92%(90 隻)
幼體	33%(225 隻)	15.72%(83 隻)	12.97%(69 隻)
共計	683 隻	528 隻	532 隻

## 8. 沙氏變色蜥移除策略模擬結果

族群趨勢模擬的結果顯示，不論是在起始族群為 60 萬或 100 萬隻的狀況下，若完全不進行移除工作，其族群量將是以非常快之速度成長(圖 21 與圖 22)，由於本研究中並未設定族群承載量，且主要針對不同移除數量所能造成的效果進行了解，故在此暫不對此狀況進行討論。在固定移除數量的模擬結果中(圖 21)，起始族群量越大，開始達到抑制族群所需要的移除數量越大，在起始族群為 60 萬與 100 萬的情況下，每年分別需要移除至少 15 萬與 25 萬隻個體才能抑制其族群成長，而若能每年分別移除至少 20 萬與 30 萬隻個體，則可能在 5~7 年之後使族群接近滅絕。

若以固定比例進行移除模擬(圖 22)，可發現只有移除總族群量的 5~20%，並無法使沙氏變色蜥的族群量下降，只是能使其成長的速度趨緩；而移除總族群量的 25% 時，則開始顯現出族群抑制的效果，其族群量的趨勢線開始呈現水平趨勢；當移除 30% 以上時，其族群量的趨勢線則開始有下降的趨勢，這些結果顯示，若要使沙氏變色蜥的族群成長受到抑制，至少需要移除掉當年族群總量的 30% 以上才會有效果，否則僅能趨緩其族群的成長速度。

在移除方案的模擬結果中(圖 23)，我們可以發現方案一(圖 23A)處理之下的族群並未受到抑制，在移除處理期間，族群依然持續成長，表示即使以可能有效抑制的總移除數量(圖 22，在移除 30% 的模擬中，10 年共移除 2,400,00 隻個體，且達到抑制效果)，平均分配在各年度去執行移除的工作(表 5)，並無法收到預期的抑制效果；在方案二的模擬中，我們改將移除努力度提高，並持續進行，結果發現，沙氏變色蜥的族群受到明顯的抑制(圖 23B)，且在六年之後，即趨近於族群滅絕，故往後的四年，即可以大大減少移除的工作努力度；方案三的模擬結果(圖 23C)類似於方案二，即使高移除努力度的持續時間縮短，但後續亦僅需要以較低的努力度接續進行，也能有族群抑制的效果；方案四則是模擬前期以較高的移除努力度進行抑制，但之後卻中止，可以發現沙氏變色蜥的族群在終止移除之



後，又很快的恢復成長，且可能在3年之內就可以高於原本的族群量(圖 23D)；最後，方案五的模擬結果顯示(圖 23E)，即使移除工作是持續進行的，但在前期移除的努力度較低，而無法達到族群抑制的效果，後期即使以較高的努力度投入移除工作，亦可能無法有效降低族群成長的趨勢。

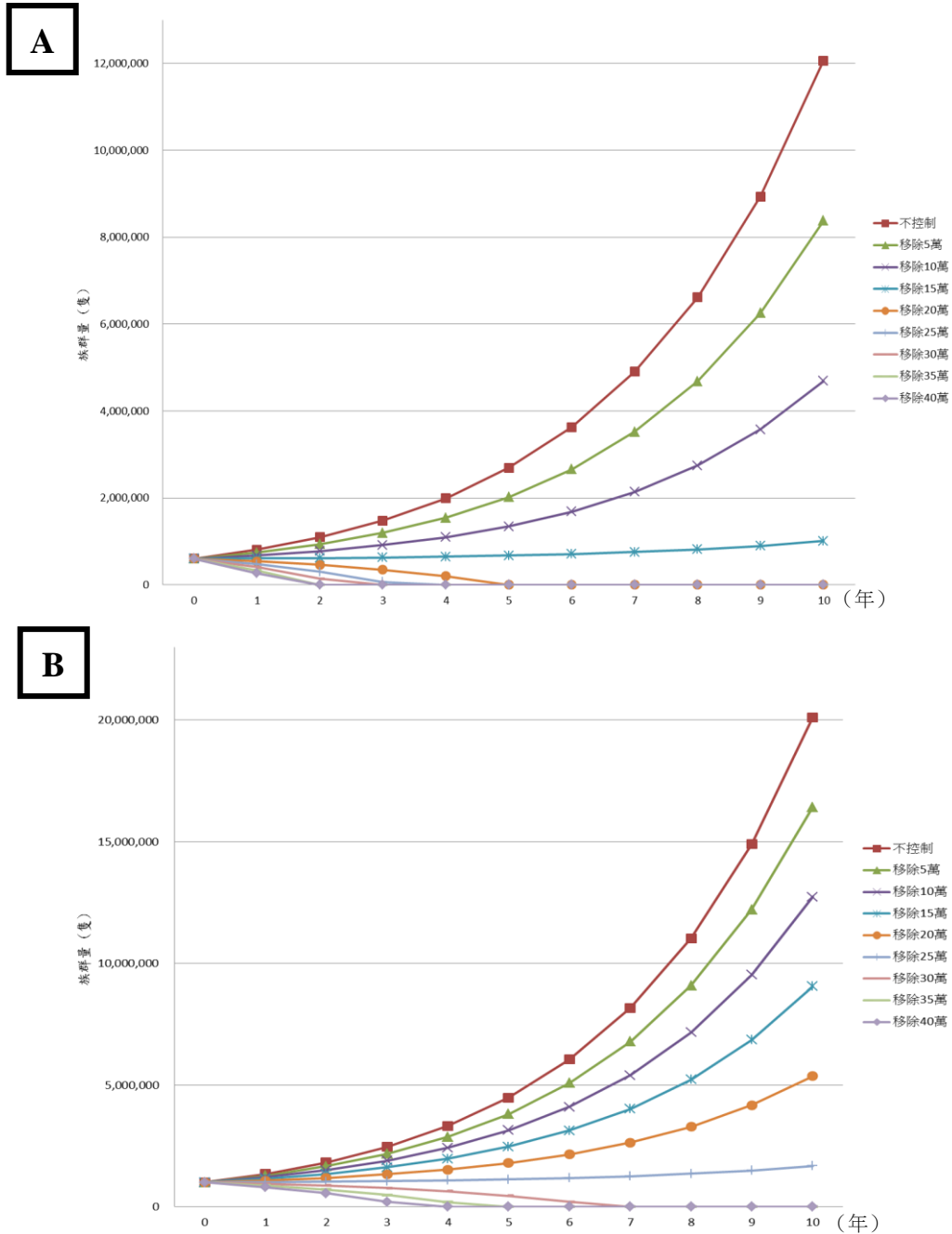


圖 21. 對起始族群量為 (A) 600,000 隻與 (B) 1,000,000 隻的設定狀況，固定以不同之移除數量進行族群趨勢的模擬結果。

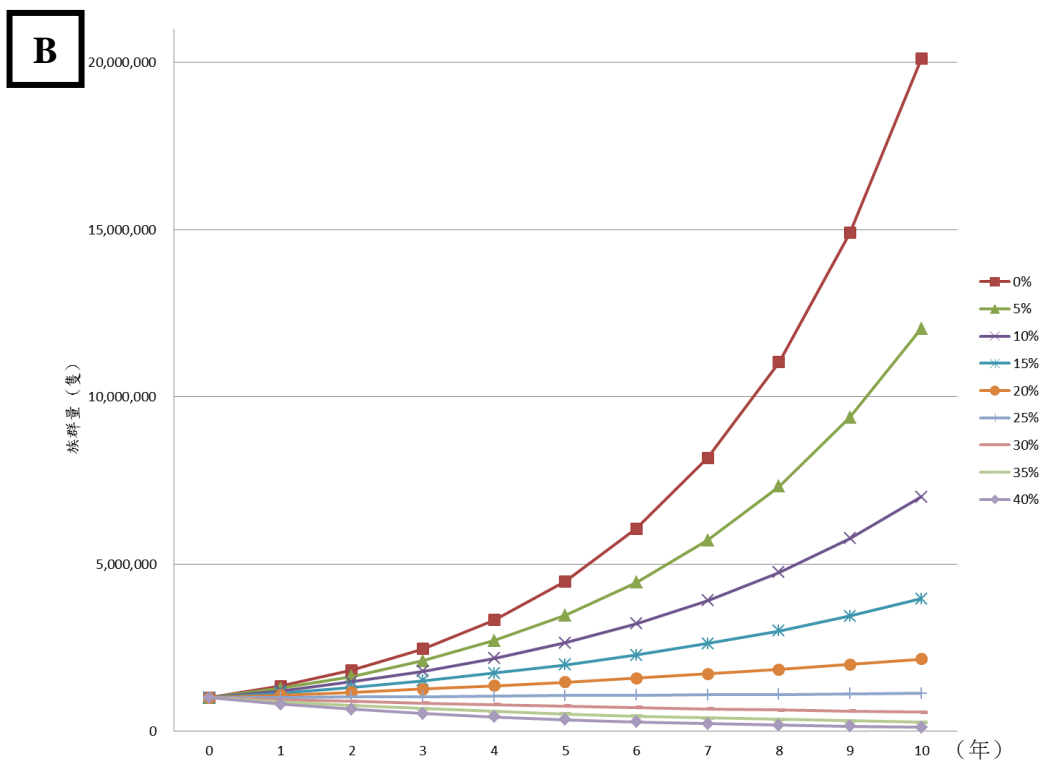
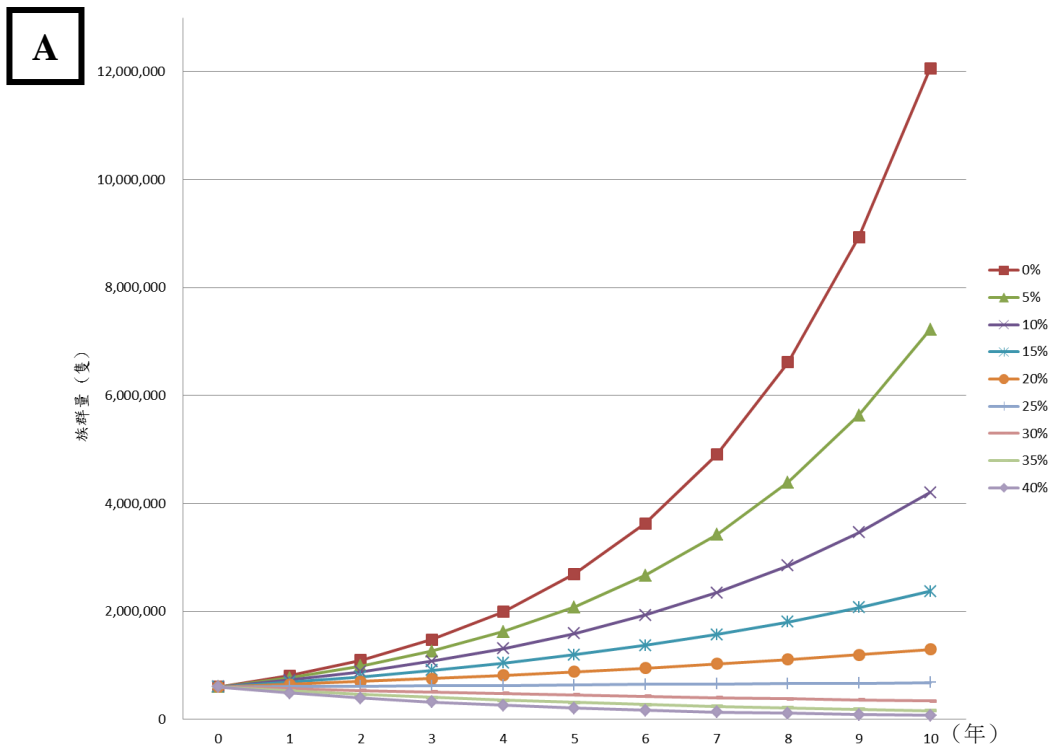


圖 22. 對起始族群量為 (A) 600,000 隻與 (B) 1,000,000 隻的設定狀況，固定以不同比例之移除數量進行族群趨勢的模擬結果。

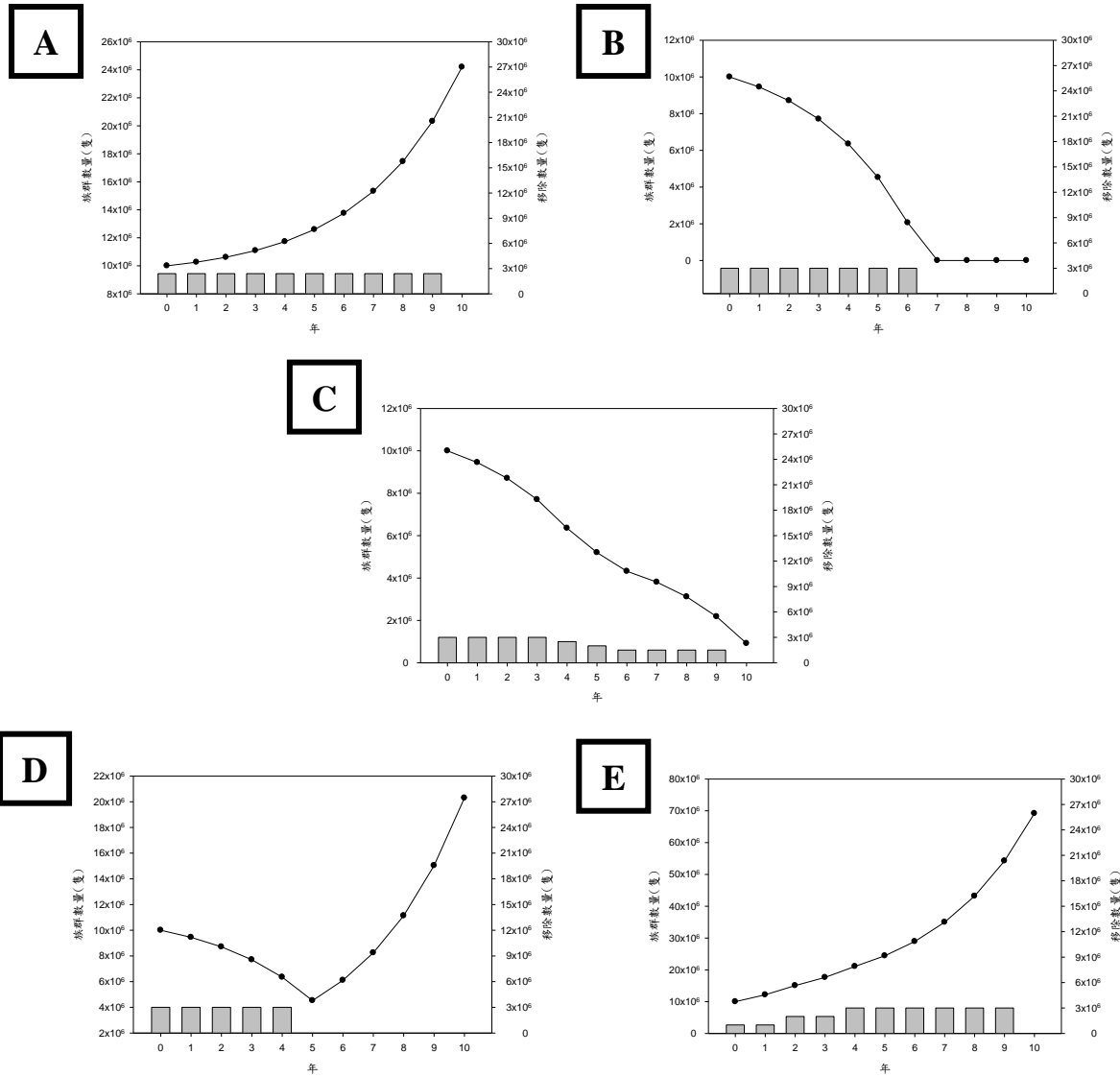


圖 23. 以(A)移除方案一，(B)移除方案二，(C)移除方案三，(D)移除方案四及(E)移除方案五對沙氏變色蜥族群進行移除的族群趨勢模擬結果。圖中折線為沙氏變色蜥族群量的變化，而長條圖則為各年移除的個體數量。

## 陸、結論與移除成效評估

2013 年 5 月、7 月以及 9 月在嘉義縣水上鄉三界村及鄰近地區之 135 個網格調查結果，沙氏變色蜥在所佔網格數比斯文豪氏攀木蜥少，但是累積隻數上沙氏變色蜥族群數卻高於其他種蜥。此顯示沙氏變色蜥在三界埔地區仍是呈現高密度的分布，但沙氏變色蜥在三界埔地區佔網格數不是最高物種。2013 年在 9 月調查沙氏變色蜥族群達到高峰，而沙氏變色蜥在 2012 年調查以 7 月及 9 月調查隻次最多，可能因當年 4 月及 5 月為繁殖季節所產生的幼蜥活動力增加，秋季可發現數量增加(楊懿如，私人通訊)。因此建議相關單位在嘉義縣水上鄉三界村及鄰近地區未來可根據不同月份進行移除及收購，當然在經費及管理人力許可的條件下，能夠配合移除者的教育訓練，使參與移除的民眾能夠回報捕抓時間與地點等資訊，並且每個月收購可能效果較佳；或是於 4 月及 5 月繁殖季進行第一次的收購，目標是移除當年具有生殖能力的個體；8、9 月因幼蜥大量出現再度第二次收購，目標是抑制隔年具有繁殖力的成蜥及幼蜥，以兩次收購以上達到較佳移除沙氏變色蜥之效果。

本年度計畫中在原本網格外圍北方及東南方新增的 11 個網格中，目前調查皆尚未發現沙氏變色蜥的蹤跡。與 2012 年調查結果相比，雖然少了網格東南方族群，但在網格北方有增加新的記錄點。沙氏變色蜥由最初三界埔持續擴張，跨過赤蘭溪及澗水溪來到了中埔鄉地區立足族群，而現在族群可能持續擴張接近八掌溪沿岸或嘉義市郊。本研究團隊在今年 9 月網格之外靠近軍輝橋之中埔地區的八掌溪沿岸發現到 6 隻沙氏變色蜥，表示沙氏變色蜥有進入嘉義市可能性，建議相關單位及當地社區應持續監測族群，針對網格北方地區如果發現族群直接進行移除，防止沙氏變色蜥擴張嘉義市南側八掌溪沿岸。

嘉義縣水上鄉三界村以外地區以嘉義市王田里及六腳鄉頂頭厝之沙氏變色蜥族群數量最高，建議要儘快展開移除工作，同時透過對社區民眾進行宣導教育，建立良好的通報系統。對於蒜頭糖廠之沙氏變色蜥仍為小族群，但也須注意避免發生族群擴散及成功立足可能性，要持續監控族群變化並搭配當地人員及民眾進行回報資料。另外，移除過程中，發現沙氏變色蜥在苗圃外會躲藏於農用材料及廢棄植栽，由於在國外的沙氏變色蜥會以利用夾帶方式產生擴散，因此建議三界埔苗圃內外廢棄植栽要注意清除及管理，以避免提高沙氏變色蜥擴散的風險。

由族群趨勢模擬的結果得知，沙氏變色蜥擁有非常高的族群成長速率，在未考慮棲地的族群承載量的情況下，至少需要移除每年族群量的 30% 以上，才能有效的達到族群抑制，或以今年的族群估算來看，則最少需移除 20 萬隻以上。執行族群移除的努力度分配也會顯著的影響到執行的成果，從移除方案的模擬中可以知道，移除工作的規劃應該將較高的努力度分配在前期，並且持續執行；另外，由於能造成抑制效果的移除數量，和當年沙氏變色蜥的族群數量非常有關，若未能達到固定比例，恐怕不足以對族群成長產生抑制的效果，因此，在沙氏變色蜥移除計畫執行的期間，應該同時對其族群量進行監測與估算，及時獲得其相關的族群資訊，以擬定未來移除數量的目標，使防治的策略更臻完整。

今年 10 月 13 日及 12 月 7 日分別在嘉義縣水上鄉三界村以每隻 3 元收購沙氏變色蜥，兩次共收購了 133,333 隻。回顧往年移除數量與金額，2009 年已成蜥每隻 20 元，幼蜥每隻 10 元收購，共收購 88,385 隻，總收購金額 1,525,910 元；2010 年至 2012 年以不分大小每隻 10 元的成本收購，2010 年收購 152,821 隻，收購金額 1,528,210 元；2011 年收購 137,093 隻，收購金額 1,370,930 元；2012 年收購 171,874 隻，1,718,740 元。就本年度降低移除補助金額，仍有 13 萬隻左右的捕抓量來看，儘管民眾對補助金額下降頗有疑慮(表 17)，但堅持政策執行民眾亦能逐漸接受，或許可考慮此降低移除補助金額的作法。以移除方案評估較有效果的方案二(表 5)來算，每年預計要移除 30 萬隻，持續 7 年可以達到接近滅絕

的效果，若以每隻 10 元，每年成本必須 300 萬元，7 年合計 2,100 萬元;但以每隻 3 元來算，則每年僅需 90 萬元，7 年需 630 萬。

由本研究結果顯示，外來入侵生物的防治雖然千頭萬緒，但在族群擴張初期若可對族群數量估計、生活史資料、族群動態變化和空間分布等參數，進行調查研究，再透過現在生態學家已發展出來的許多評估模式來進行模擬，將有助於外來入侵種的防治與策略擬定。

## 柒、參考文獻

- 王國權，2013。嘉義縣三界埔沙氏變色蜥的播遷模式預測。成功大學碩士論文。
- 邱慈暉、莊孟憲，2012。嘉義縣水上鄉三界村及週遭地區沙氏變色蜥族群調查。行政院農委會林務局。
- 侯平君，2012。外來入侵種族群控制與監測計畫-亞洲錦蛙（四）。行政院農業委員會林務局。
- 侯平君、杜銘章，2006。入侵亞洲錦蛙與沙氏變色蜥之族群分布調查。行政院農業委員會林務局。
- 侯平君、杜銘章、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畫。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、韋家軒、Gerrut Norval、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。
- 楊懿如，2012。花蓮縣沙氏變色蜥分布監測計畫。行政院農業委員會林務局。
- 蕭文鳳，2008。外來種沙氏變色蜥 (*Anolis sagrei*)成果報告。嘉義縣政府。
- Allen, E., S. Bachar. A. Ferguson, S. Rivera, R. Thomas, J. Nieto, C. Dudley, V. Manteuffel, J. Lee. 2000. Behavioral Ecology Of The Brown Anole, *Anolis sagrei*: Aggressive Interactions And The Effects Of Gender And Size. University of Miami.
- Andrews, R. M. 1982. Spatial variation in egg mortality of the lizard *Anolis limifrons*. *Herpetologica* 38:165-171.
- 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 T. B. Smith. 2007. Probing the adaptive landscape on experimental islands: density dependent selection on lizard body-size. *Evolution.* 61: 1052–1061.
- 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.
- Campbell, 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., G. Norval, H. P. Chu, 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.
- Corn, M. J. 1971. Upper thermal limits and thermal preferenda for three sympatric species of *Anolis*. *Journal of Herpetology* 5(1-2):17-21.
- Cox, R. M. and R. Calsbeek. 2010. Severe costs of reproduction persist in *Anolis* lizards despite the evolution of a single-egg clutch. *Evolution* 64:1321-1330.



- Cox, R. M. and R. Calsbeek. 2011. An experimental test for alternative reproductive strategies underlying a female-limited polymorphism. *Journal of Evolutionary Biology* 24:343-353.
- 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 Générale 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 sagrei* 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.
- 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.
- 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.
- Huang, S. C. 2007. The effects of an exotic lizard, *Anolis sagrei*, on arthropod diversity and ecosystem functioning in betelnut palm plantation in Taiwan. Master thesis. Tunghai University.
- Huang, S. C., G. Norval, and 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
- Norval, G.; W. F. Hsiao, S. C. Huang, and C. K. Chen. 2010. The diet of an introduced lizard species, the brown anole (*Anolis sagrei*), in Chiayi County, Taiwan. Russian Journal of Herpetology 17: 131-138.
- 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 A. Schoener. 1982. Intraspecific variation in home-range size in some *Anolis* lizards. Ecology. 63: 809-823.
- Schoener, T. W., 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., 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. Taiwaniana. 51(2): 71-80.
- Smith, M. M., H. T. Smith and R. M. Engeman. 2004. Extensive contiguous north-south range expansion of the original population of an invasive lizard in Florida. International Biodeterioration & Biodegradation. 54: 261-264.
- Vigil, S. Brown Anole (*Anolis sagrei*, *Norops sagrei*) - University of Georgia. WSFR

Natural History Series No. 6:1-5.

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.

Wiley M. P. 2007. Population density and over-wintering of an exotic lizard, the brown

anole *Anolis sagrei*, and an evaluation of anole distribution in Lafourche and

Terrebonne parishes, Louisiana. Submitted to the Graduate Faculty of Nicholls State

University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of

Science in Marine and Environmental Biology. 74.

## 捌、附錄

附錄 1. 「嘉義縣及週遭地區沙氏變色蜥族群調查」委託辦理案期初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)計劃皆依進度進行，建議可予通過。	感謝委員意見。
	(二)建議在生殖策略加強生殖器解剖(卵巢之含卵數)，可以每個月自野外採回一定數量來做解剖。	感謝委員意見，主要會針對移除沙氏變色蜥個體，進行解剖觀察雌蜥卵數。
	(三)擴散與移動管制(movement control)已有跳躍式的擴散，建議在擴散點作滅絕的動作。	感謝委員意見，會審慎評估。
	(四)期初報告之參考文獻，格式請統一。	感謝委員意見，參考文獻會統一格式並修正。
	(五)可做獵人問卷以了解棲地類型(常捕捉到的地點)。	感謝委員意見，依本年度執行情形酌以執行。
楊委員懿如	(一)P.7 為瞭解沙氏變色蜥是否擴散，建議西側以外，東南北側在確定有分布網格在網外擴增。	感謝委員意見，在網格調查中會增加東側、東南側及北側，向外擴增一個網格，共增加 11 個網格樣線調查。
	(二)棲地類型定義可更明確，並請在報告書中說明調查方法，公蜥、母蜥、幼蜥，日、夜利用棲地類型不同，建議分開討論。	感謝委員意見，納入未來研究討論事宜

	<p>(三)因沙氏變色蜥在三界埔一帶族群量很高，標記再捕獲率可能低，而且今年依舊有收購移除，可能會影響結果之準確度，建議不做標記再捕獲研究，改用移除法估計族群量。</p>	<p>感謝委員意見，遵照辦理，改以移除方式估算族群。</p>
	<p>(四)野外不容易發現沙氏變色蜥卵，可加強搜尋。</p>	<p>謝謝委員的意見，在進行移除調查時會加強觀察沙氏變色蜥在野外的行為及產卵位置。</p>
<p>許委員富雄</p>	<p>(一)本研究規劃完備，深具條理。</p>	<p>感謝委員意見。</p>
	<p>(二)本計劃規劃進行補捉標放來估計族群量作為模式推估變數，建議可增加規劃比較捕捉移除前後的族群量差異，以為相關移除工作的參考。</p>	<p>感謝委員意見，以移除方式估算當地沙氏變色蜥族群數量。</p>
	<p>(三)有關本計劃對棲地因子之資訊的蒐集方式，宜再作更明確深入的陳述。</p>	<p>感謝委員意見，棲地調查方式會進行修正。</p>

附錄 2. 「嘉義縣及週遭地區沙氏變色蜥族群調查」委託辦理案期中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)飼養工作有執行上之困難度，請再試圖飼養技術之改進，與其他實驗室交流。	感謝委員意見，飼養方面已經在進行改進中。
	(二)期中報告較為簡略，但簡報已改進。	感謝委員意見，已修正。
	(三)請在核心區多描述方格的數量多寡來推測擴散區域。	感謝委員意見，遵照辦理，在圖 8 上標註各個網格內記錄沙氏變色蜥的個體數量。
	(四)嘉義市王田里建議由市政府、農試分所與學校來合作 readication 工作。	感謝委員意見，納入未來討論事宜。
	(五)形質測量建議可向 Gerrut Noval 先生請教，請他提供 raw data 來比較。	感謝委員意見，會進行相關討論。
	(六)期中報告皆有達到計劃要求，同意通過。	感謝委員同意。
楊委員懿如	(一)三界埔地區調查方法及監測沿用去年模式，有利比較，五月調查工作確實，值得嘉許及肯定。	感謝委員意見。
	(二)為進行年度間比較，調查努力量，例如調查時間及移除時間應說明清楚。	感謝委員意見，在研究方法上調查時間及移除時間皆有加以描述。
	(三)請持續進行不同年齡層的比例及不同棲地類型與沙氏變色蜥族群分佈調查及分析。	感謝委員意見，年齡層不易在現地判別；不同棲地類型與沙氏變色蜥族群分布會納入未來分析事宜。

	(四)請說明進行移除實驗兩個樣區之環境及操作時間，以利後續比較及資料分析。	感謝委員意見，在研究方法上加描述。
	(五)圖 1 網格號碼請增大字體，以利辨識。	感謝委員意見，遵照辦理。
許委員富雄	(一)建議研究團隊對佔據模式能做更深入的探討，包含可能影響變因如調查努力量等因子的影響，並與歷年資料比較，來提出近年來沙氏擴張與否的討。	感謝委員意見，納入未來討論事宜。
	(二)王田里的移除工作可考量協調相關社團作更高頻度的移除。	感謝委員意見，納入未來討論事宜。
	(三)有關移除的族群估算，移除數量的陳述外，並無族群的陳述，請再作補充陳述。	感謝委員意見。
	(四)請對收購標本之族群結構的取樣根據作補充陳述。	感謝委員意見，收購取樣方法上會在詳細描述。
周委員恆凱	(一)調查的方法應標準化，包含每次調查時間、路線及天氣狀況等，俾與其他研究資料進行比較。	感謝委員意見，會納入未來分析事宜。
	(二)簡報表 8 移除收購沙氏變色蜥標本之數量統計有誤，請確認外，移除地點能否進行調查，以了解族群分佈現況。	感謝委員意見，沙氏變色蜥各年度標本數量無誤；移除地點調查持續進行調查。



附錄 3. 「嘉義縣及週遭地區沙氏變色蜥族群調查」委託辦理案期末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
楊委員懿如	(一)建議重要工作項目及研究方法根據結果與討論修正，例如標記監測、飼養觀察及移除策略模擬分析等，讓前後文一致。	感謝委員意見，已修正。
	(二)研究方法請說明清楚調查日期及方式，以利未來比較。	感謝委員意見，研究方法內容已進行修正。
	(三)重複調查分布概況第 22 頁引用圖編號有誤，請修正。內容建議增加說明過去有分佈之網格棲地變化。	感謝委員意見，網格圖編號已進行修正，內容已增加網格棲地變化之說明。
	(四)第 31 頁調查溫度和偵測率呈現負向關係，建議幼蜥及成蜥分開分析，棲地利用也建議分幼蜥及成蜥分析，若未分開分析，不宜下結論。	感謝委員意見，本年度調查並無紀錄蜥蜴年齡分級，主要乃因目視評估容易造成誤差，且因許多個體距離太遠無法準確判斷，故本年度無法分開分析，未來在相關調查工作上會加入年齡分級之判斷。偵測率部分已目視活動可見之個體來分析，雖無法確定成、幼蜥之差別，但仍可呈現現地沙氏變色蜥被目視偵測到的機率。另外，生理適應或調解機制是外來入侵生物能拓殖成功的生理機制，亦可能從中找出防治之道，然而沙氏變色蜥生理生態在國內亦尚無相關研究，原國外溫度生理研究業已超過 30 餘年，如未來經費許可，建議相關單位應注意沙氏變色蜥之生理生態學研究。

	(五)結論與建議以秋冬為主要移除季節，但 4-5 月繁殖期是主要移除成蜥季節，9 月是移除幼蜥，建議分不同年齡成提出移除控制建議。	感謝委員意見，承上述回應，蜥蜴年齡分級不易在現地判別，未來研究將考慮加入年齡分級與移除控制的建議。
	(六)第 15 頁棲地比例之計算方式，請說明清楚。	感謝委員意見，棲地研究方法內容已修正。
許委員富雄	(一)研究團隊從各層面收集資訊進行探討，成果頗值得肯定。	感謝委員肯定。
	(二)建議對相關研究方法之執行方式，以作更為詳確的敘述，以為相關的監測與經營管理的參考。	感謝委員意見，已修正研究方法論述。
	(三)本年度 9 月份記錄數量高，應注意是否受幼蜥加入的影響，建議納入 2012 年的資訊併探討並提出合宜的移除策略。	感謝委員意見，由於蜥蜴年齡分級不易在現地判別，將納入未來分析事宜。
	(四)針對本計畫在 2013 年與 2012 年及 2007 年之佔有網格的轉變建議作更進一步的分析陳述。	感謝委員意見，歷年調查結果內容上已加以描述。
	(五)族群移除法與三界埔之變色蜥族群的估算建議採用相關估計法、並於方法中作明確的陳述。	感謝委員意見，已進行修正。
	(六)建議將報告中的問卷資訊納入報告附錄供參考。	感謝委員意見，遵照辦理。

曹委員又仁	(一)本計畫為未持續性監測調查計畫，下列數據應能提供重要資訊： 1.新拓殖地棲地類型。 2.新拓殖地族群生活史資料，如性比、體型、年齡層等。 3.與斯文豪氏攀蜥族群比較性研究，若利用資源類似，分布、數量差異關聯性。	感謝委員意見，納入未來研究計畫研提之參考。
	(二)調查方法標作業流程需即刻建立： 1.民間版、學者版至通用版，全民調查概念。 2.第一手資料由第一線民眾、研究人員收集。	感謝委員意見，已修正於研究方法。
	(三)移除資料，生活史及個體數量資料均能協助制定年初收購價格，應持續修正辦理族群量預測研究工作。	感謝委員意見，本團隊亦期待能持續進行，惟仍需考慮外來入侵生物研究經費與相關政策。
	(四)若族群資料(如第一點)無法於計畫中取得，僅能仰賴實驗室資料產出模型所須 parameter，則由制定入侵種移除策略(第三點)僅能成為願景，建議確立短程研究目標，建立第二點所述作業流程。	感謝委員意見，已提出相關建議於內文。
蕭委員文鳳 (書面審查)	(一)皆依期中報告要求改正。	感謝委員意見。
	(二)前言內文已加入族群估算、生活史資料並納入縣府收購資料分析，已回覆期中委員之問題。	感謝委員意見。
	(三)重要工作項目也都有執行。	感謝委員意見。

	<p>(四)可進一步改善或未來研究參考之點如下：</p> <p>1.族群估算所選用之苗圃小樣區，很可惜並沒有納入檳榔樹樣區。</p>	<p>1. 感謝委員意見，檳榔樹樣區估算族群，納入未來計畫研提工作內容。</p>
	<p>2.表六是三次的總和嗎？</p>	<p>2. 感謝委員意見，表六結果為2013年5月、7月、9月累計佔有網格數及目擊發現累計隻次。</p>
	<p>3.在結論與建議中，提到秋冬季是適合沙蜥活動季節，若僅憑族群數大小來推估，可能太武斷。因為此時的溫度本實驗並未去收集資料，尤其是微氣候是否與原產地的氣候類似？此外是否是卵孵化後向外擴散？都值得進一步探討。</p>	<p>3. 感謝委員意見，此乃極為重要之生理問題，本年度本團隊即擬透過飼養實驗來了解溫度適應能力及卵孵化時間、成熟時間等生理問題，然因仍有克服相關技術，沙氏變色蜥生理機制與現況之配合，仍需進一步進行研究獲得肯定的數據始可進行分析。</p>
	<p>4.第37頁提到棲地管理或是改變棲地類型可能要進一步說明以便供林務事業機關參考。</p>	<p>4. 感謝委員意見，已修正並增加相關論述。</p>
康委員素菁 (書面審查)	<p>(一)書面第20頁表6.佔有網格數加總為116非98，所以在文字敘述上應修正更有116個網格有蜥蜴紀錄，而有19個網格未發現。</p>	<p>感謝委員意見，在135個網格中確實共有98個網格”有蜥蜴”的紀錄，而有37個網格未發現任何種類的蜥蜴。</p>
	<p>(二)委託之期末報告應擬定移除策略作為生態保育經營管理的參據，請作章節之陳述，非在柒、結論與討論章節作陳述，請在本案研究結果下，明確告知機關，在數量龐大經費有限的前提，處理的優先順序及步驟。</p>	<p>感謝委員意見，以專章論述。</p>

周課長恆凱	第 35 頁數量加總有誤，請修正。	感謝委員意見，2012 年移除收購沙氏變色蜥幼體數量由 33 隻更正為 225 隻
嘉義縣政府農業處	(一)目前估算族群數量龐大，其準確度為何？公開相關族群估算量是否合適。	感謝委員意見，本研究族群量估算已苗圃類型環境為主，日後宜再增加樣本數始可得較客觀之族群估算量。本研究公開與否由主管機關決定之。
	(二)建議未來相關調查研究，可與相關移除作業搭配，亦可採取跨年度的計畫以增加族群估算準確率。	感謝委員意見，配合移除作業部分因必需配合民眾參與機制，仍需與縣府及主管機關進行討論，如可行本團隊必配合辦理。另，根據近年研究成果發現，移除作業如可跨年度執行，對收集雌雄性比、性熟比例、年齡分級及生殖族群等數量估算將會獲得更準確的數據。

附錄 4. 2013 年調查數據

表 13. 從 2013 年 5 月、7 月以及 9 月在嘉義縣水上鄉三界村與鄰近地區沙氏變色蜥各網格目擊調查隻次。

樣區	5 月	7 月	9 月	總計	平均
2		5		5	1.67
3	2	7	4	13	4.33
4			3	3	1.00
6			1	1	0.33
7	2			2	0.67
11	1	3	1	5	1.67
12	1	3	10	14	4.67
13	1		4	5	1.67
14		1		1	0.33
15		1	12	13	4.33
16	4	6	12	22	7.33
18		1		1	0.33
27			2	2	0.67
29		3	24	27	9.00
30	6	4	21	31	10.33
32			2	2	0.67
33	6	5	12	23	7.67
34		1	4	5	1.67
35	1			1	0.33
52			1	1	0.33
53	1	4	14	19	6.33
58	3	4	22	29	9.67
60			1	1	0.33
61	3	3	20	26	8.67
89			1	1	0.33
92			4	4	1.33
93		1	19	20	6.67
98			1	1	0.33
總計	31	52	195	278	92.67

附錄 5. 2007 年及 2012 年調查數據資料

表 14. 2011 年 10 月至 2012 年 9 月在 124 個網格內不同種蜥蜴佔有網格數及發現隻數。

物種	佔有網格數	網格佔有百分比(%)	累計隻次	數量百分比(%)
沙氏變色蜥	39	31.45	360	32.17
斯文豪氏攀蜥	73	58.87	203	18.14
印度蜓蜥	49	39.52	189	16.89
長尾南蜥	68	54.84	186	16.62
麗紋石龍子	38	30.65	62	5.54
多線南蜥	7	5.65	9	0.80
蠍虎	40	32.26	83	7.42
古氏草蜥	11	8.87	23	2.06
台灣草蜥	4	3.23	4	0.36
總計	116 <sup>1</sup>		1119	

<sup>1</sup> 在 124 個網格中共有 116 個網有蜥蜴的紀錄，而有 8 個網格未發現任何種類的蜥蜴

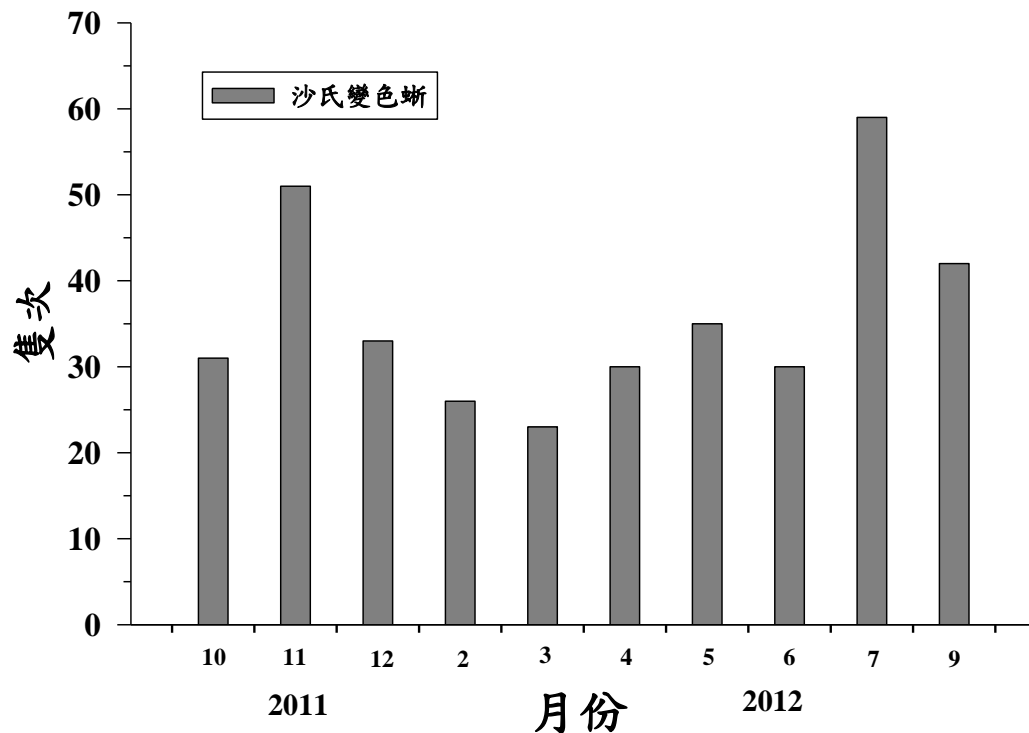


圖 24. 2011 年 10 月至 2012 年 9 月在 124 個網格內沙氏變色蜥目擊發現累計隻次。

表 15. 2011 年 10 月至 2012 年 9 月在嘉義縣水上鄉三界村與鄰近地區沙氏變色蜥各網格每次調查目擊隻次。

樣區	2011 年			2012 年							總計	平均
	10 月	11 月	12 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	9 月		
1		1			1	2		2			6	0.6
2			1	1	1	1		1			5	0.5
3		10	4	4	4	12	12	5	16	5	72	7.2
4	1	2									3	0.3
5		1	1	1							3	0.3
6				3	1		2	1			7	0.7
7	1	1	1	1	2		1		2		9	0.9
9			1								1	0.1
11	3	2	1	1					7	2	16	1.6
12					1					2	3	0.3
13	2								3	10	15	1.5
14	3	2		3		1	2				11	1.1
15	1	4	3	2	1	1		1	3	2	18	1.8
16			4			1					5	0.5
18		2	2				1				5	0.5
26					2						2	0.2
27	1						1			2	4	0.4
28	6	4	5	4	1		5	2	4	2	33	3.3
29	4	4	6	2	1		2	1			20	2
30	4	9		2	6	3	5	8	7	1	45	4.5
33	1	2	1		1	7		5	8	9	34	3.4
34		1					1	1	1	5	9	0.9
39		1					1	1			3	0.3
41	2										2	0.2
52			2								2	0.2
53			1					1			2	0.2
58		2							5	1	8	0.8
61									1		1	0.1
71										1	1	0.1
73	1										1	0.1
74		1									1	0.1
84		1					1				2	0.2



92									1		1	0.1
96				1							1	0.1
101						1		1	1		3	0.3
108				1							1	0.1
110		1			1	1					3	0.3
111							1				1	0.1
112	1										1	0.1
總計	31	51	33	26	23	30	35	30	59	42	360	36

表 16. 2007 年沙氏變色蜥在嘉義縣水上鄉三界村與鄰近地區沙氏變色蜥各網格目擊調查隻次。

樣區	2005 年春夏	2006 年春夏	2006 年初冬	2007 年初冬
1	37	27	4	3
2	16	23	0	6
3	23	16	0	10
4	18	21	0	11
5	0	10	0	4
6	5	3	0	0
7	1	5	0	0
8	1	1	0	0
9	4	5	0	3
10	0	0	0	0
11	0	2	0	0
12	1	8	0	0
13	0	0	0	0
14	0	0	0	0
15	0	1	0	1
16	0	1	0	0

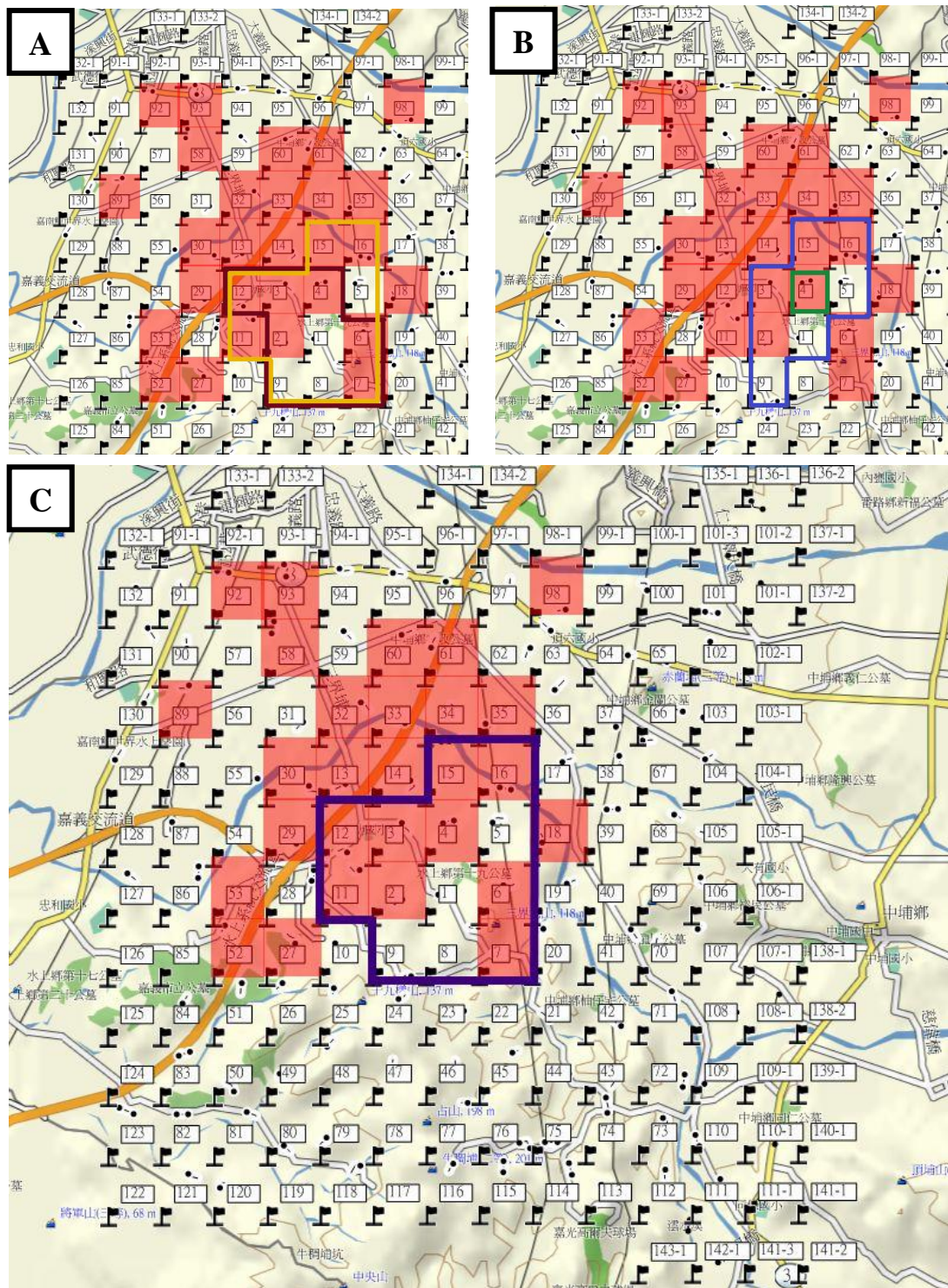


圖 25. 2007 年及 2013 年沙氏變色蜥佔有網格分布比較：(A)紅色區塊範圍為 2013 年調查結果；橙色線條範圍為 2006 年春夏季調查結果；棕色線條範圍為 2005 年春夏季調查結果。(B)紅色區塊範圍為 2013 年調查結果；綠色線條範圍為 2006 年初冬季；藍色線條範圍為 2007 年初冬季。(C) 紅色區塊範圍為 2013 年調查結果；紫色線條範圍為 2007 年調查結果(侯等, 2007)。

附錄 6. 三界埔之外沙氏變色蜥調查照片



圖 26. 嘉義市王田里環保公園環境照。



圖 27. 嘉義縣六腳鄉頂頭厝環境照。(A)最初通報地點 (B)2013 年 5 月發現地點



圖 28. 2013 年 8 月 17 日在嘉義市王田里環保公園移除沙氏變色蜥活動照片。

### 嘉義縣沙氏變色蜥移除補助研究問卷

您好！我們是真理大學環境教育暨生態保育研究推廣中心，執行嘉義林區管理局「嘉義縣及週遭地區沙氏變色蜥族群調查」研究計畫，本研究的進行需要您提供寶貴的意見，懇請您抽空短暫的時間填寫，您的填答方式一律是採匿名方式進行，填答的結果僅供學術參考。

真理大學環境教育暨生態保育研究推廣中心 莊孟憲 敬上

#### 基本資料

1. 您的性別為：男 女
2. 您的年齡層為： < 18 歲  19 ~ 25 歲  26 ~ 35 歲  36 ~ 45 歲  46 ~ 55 歲  56 ~ 65 歲  > 65 歲
3. 您的最高學歷為： 國中小  高中職  大專  研究所以上
4. 居住地： 水上鄉  中埔鄉  嘉義市  其他\_\_\_\_\_
5. 職業別： 農  商  軍公教  工  自由業
6. 是否曾領過沙氏變色蜥移除補助？  
 有  每年均有領取  沒有每年領取  
 本年度為第一次

#### 沙氏變色蜥相關問題

1. 請問您是否認為沙氏變色蜥必須移除？  是  否
2. 請問您認為沙氏變色蜥必須移除的原因為何？(可複選)  
 是外來種生物  會破壞農作物  會捕食本土種蜥蜴  會與本土蜥蜴產生競爭行為  具有傳染病  會干擾人類生活環境  
 不清楚  其他\_\_\_\_\_
3. 請問您捕捉沙氏變色蜥的動機？(可複選)  
 可以賺取獎金  協助政府政策執行  覺得沙氏變色蜥數量太多對環境有害而幫忙移除  覺得沙氏變色蜥會對生活造成困擾  
 其他 \_\_\_\_\_

4. 請問您由哪些消息來源得知每年沙氏變色蜥收購資訊？(可複選)  
嘉義縣政府張貼於公告欄 村長宣傳親朋好友告知  
報紙 網路 電視節目 其他\_\_\_\_\_
5. 請問您捕捉沙氏變色蜥方式？(可複選)  
日間徒手捕捉 夜間徒手捕捉橡皮筋射擊法 設置陷阱  
捕捉法膠帶黏取法 其他 \_\_\_\_\_
6. 請問您捕捉沙氏變色蜥的時段為何？  
早晨 中午 下午黃昏 夜間 全天，有空就抓
7. 請問您覺得沙氏變色蜥最好抓到的時段為何？  
清晨到早上 10:00 以前 中午 10:00~14:00 黃昏 15:00~18:00  
入夜以後
8. 請問您最常發現沙氏變色蜥的出現棲地類型為何？  
果園(含檳榔) 雜草地 房舍附近 道路 自然林地  
水溝壁及河堤周邊 水中 其他 \_\_\_\_\_
9. 請問您捕捉沙氏變色蜥地點？(可複選)  
嘉義縣水上鄉 \_\_\_\_\_村 (請直接圈選以下村落)  
塗溝村/粗溪村/三和村/下寮村/回歸村/下寮村/寬士村/民生村/  
柳鄉村/內溪村/中庄村/忠和村/南鄉村/三界村/國姓村/柳林村/  
柳新村/水頭村/水上村/溪洲村/三鎮村/靖和村/南和村/龍德村/  
大堀村/大崙村  
嘉義縣中埔鄉 \_\_\_\_\_村 (請直接圈選以下村落)  
鹽館村/沄水村/深坑村/三層村/瑞豐村/頂埔村/社口村/同仁村/  
灣潭村/龍門村/中埔村/石礮村/裕民村/中崙村/隆興村/東興村/  
義仁村/金蘭村/富收村/和睦村/和興村/和美村  
其他地點 \_\_\_\_\_
10. 您認為沙氏變色蜥族群數量是否因為移除補助而有減少的趨勢？  
有變少 沒有變少 增多
11. 您認為參與歷年沙氏變色蜥移除補助，對您的自然保育觀念是否有幫助？ 有幫助 沒有幫助
12. 您認為補助移除沙氏變色蜥的計畫是否應該繼續執行？  
應該 不應該
13. 您是否同意政府因為財政困難，必須降低移除補助金額？  
同意 不同意

14. 您認為移除補助金額，將低至何種程度將會影像您參與移除補助的意願？
- 不管降低多少都會參加     不管降低多少都不會參加很滿意
- 每隻\_\_\_\_\_元以下，我就不參加。
15. 您是否同意為了提高移除效率，不同體型、年齡與性別的沙氏變色蜥補助金額應有不同？
- 不同意，不管大小、性別都要同一價格。
- 同意，我認為成熟母蜥\_\_\_\_元(請填 1~10 元之間)、成熟雄蜥\_\_\_\_元(請填 1~10 元之間)、亞成蜥與幼蜥\_\_\_\_元(請填 1~10 元之間)

**再次感謝您的填答!!**

表 17. 2013 年嘉義縣水上鄉三界村 12 位協助移除沙氏變色蜥居民問卷調查結果。

1. 您是否認為沙氏變色蜥必須移除？	
是 100.00%	
2. 請問您認為沙氏變色蜥必須移除的原因為何？	
會破壞農作物 50.00%	會干擾人類生活環境 50.00%
3. 請問您捕捉沙氏變色蜥的動機？	
覺得沙氏變色蜥數量太多對環境有害而 幫忙移除 58.33%	覺得沙氏變色蜥會對生活造成 58.33%
4. 請問您由哪些消息來源得知每年沙氏變色蜥收購資訊？	
親朋好友告知 66.67%	
10. 您認為沙氏變色蜥族群數量是否因為移除補助而有減少的趨勢？	
有變少 91.67%	
11. 您認為參與歷年沙氏變色蜥移除補助，對您的自然保育觀念是否有幫助	
有幫助 91.67%	
12. 您認為補助移除沙氏變色蜥的計畫是否應該繼續執行？	
應該 100.00%	
13. 您是否同意政府因為財政困難，必須降低移除補助金額？	
不同意 100.00%	
14. 您認為移除補助金額，將低至何種程度將會影像您參與移除補助的意願	
每隻 10 元以下，我就不參加 100.00%	
15. 您是否同意為了提高移除效率，不同體型、年齡與性別的沙氏變色蜥補助 金額應有不同？	
不同意，不管大小、性別都要同一價格 66.67%	