

計畫名稱：湖山水庫爬行類指標物種族群量監測及生活史研究

英文名稱：The population size and life history of indicator species of reptiles in Hushan Reservoir area

計畫編號：130-4

全程計畫期間：2008年1月1日至2010年12月31日止

本年計畫期間：2010年1月1日至2010年12月31日止

計畫主持人：林德恩

協同主持人：師大生科系 杜銘章教授

研究人員：陳昱凱、陳志耘

## 一、摘要

自2008年1月至2010年12月止，本研究共進行了26,449個陷阱捕捉天(trap-days)，總計捕獲爬行類2目7科16種，其中蜥蜴亞目捕獲2,125隻次。指標類群的印度蜓蜥1,156隻次(54.4%)，麗紋石龍子278隻次，臺灣滑蜥210隻次。闊葉林環境有利於蜥蜴生存，是5個監測樣區中數量最多的樣區，特別是森林底層及樹棲性的物種。廢棄檳榔園樣區的蜥蜴組成相似度雖然與闊葉林最為相近，但是蜥蜴族群不穩定，受到鄰近地區施工影響，在不同年間蜥蜴數量劇烈下降36%。麻竹林樣區在人為伐竹植樹8%的干擾下，對於蜥蜴群聚並未造成顯著影響。在3年監測期間，印度蜓蜥的活動週期維持固定，每年3月為活動高峰，6月產下幼蜥，11月進入休眠期；麗紋石龍子活動週期與印度蜓蜥相似，但無明顯穩定高峰期。臺灣滑蜥的活動高峰期則是在每年冬天的1、2月，與前述兩物種明顯不同。印度蜓蜥成長速率略快於麗紋石龍子，平均每月可成長9mm，出生後約4個月可達性成熟體長，顯示其出生後的第一個春天即可加入生殖族群，估計一生約有2次生殖機會，平均壽命約3年。麗紋石龍子達到性成熟所需時間較長，大部分個體需要在孵化後的第2個生殖季才能有較佳生殖機會。1、2月是臺灣滑蜥主要的活動季節，然而其喜好溫度(26°C)卻遠大於環境溫度(18°C)，推測可能是臺灣滑蜥為降低競爭及被捕食機率的結果，因為此季節的天敵及競爭者較少，能提高生存機率並增加生殖投資。

## Abstract

From January 2008 to December 2010, 26,449 trap-days were conducted in this survey, and there are 2 orders, 7 families and 16 species were recorded. Totally 2,125 individuals were recorded, included 1,156 Indian Forest Skink (*Sphenomorphus*

indicus), 278 Elegant Five-lined Skink (*Eumeces elegans*) and 210 Taiwan Smooth Skink (*Scincella formosensis*). The broadleaf forest was good for lizards to live. Although the species composition of lizards between wasted betel-nut garden and broadleaf forest is similar, but community of lizards in wasted betel-nut garden is unstable. The community of lizards was disturbed by the construction in neighbor regions, total number of lizards drop by 36% violently between different years. The influence of cutting down 8% bamboo on lizard community in Bamboo garden was of little significance. From March to November were the active period of Indian Forest Skink and Elegant Five-lined Skink, and their neonates appeared in June. The active period of Taiwan Smooth Skink was different from other lizards; it was from December to February. The growth rate of neonates of Indian Forest Skink, 9 mm per month, was quickly than Elegant Five-lined Skink's neonate. After three months, the neonates of Indian Forest Skink would be sexual matured and had at least two reproduction seasons. The prefer temperature of Taiwan Smooth Skink(26°C) was higher than the average ambient temperature in field(18°C) during their active seasons. The skink reproduced in winter may not only reduce competition but also have less predators. They would have more survival rate and investment more energy in reproduction.

**關鍵詞：**族群動態、棲地選擇、成長速率、溫度偏好

## 二、計畫目的

湖山水庫水系屬北港溪支流梅林溪上游，總集水面積僅 6.58 km<sup>2</sup>，由於本身水源有限，故在濁水溪支流的清水溪構築桶頭攔河堰（集水面積 259.20 km<sup>2</sup>）引水挹注，水庫完成後有效蓄水量為 5,218 萬 m<sup>3</sup>。湖山水庫預定範圍為低海拔次生林環境，過去調查顯示區域內自然資源豐富，依據 2003 至 2005 年湖山地區環境監測調查結果，爬行類共有 2 目 8 科 23 種，其中數量最多的為印度蜓蜥(*Sphenomorphus indicus*)，其次為斯文豪氏攀蜥(*Japalura swinhonis*) (財團法人中華顧問工程司、民翔環境生態研究有限公司 2005)。而在 2007 至 2008 年以陷阱調查法記錄到的物種計有 2 目 9 科 31 種，印度蜓蜥的捕捉隻次仍是最高，其次為麗紋石龍子(*Eumeces elegans*)及古氏草蜥(*Takydromus kuehnei*) (毛及林 2008; 林及杜 2009)。

總計文獻資料及調查結果，斗六丘陵地至少有爬行類 2 目 9 科 38 種，包括 7 種特有種（臺灣滑蜥、古氏草蜥、臺灣草蜥、蓬萊草蜥、斯文豪氏攀蜥、臺灣鈍頭蛇及斯文豪氏游蛇）、1 種特有亞種（中國石龍子臺灣亞種）及 8 種保育類（食蛇龜、龜殼花、雨傘節、眼鏡蛇、環紋赤蛇、錦蛇、鉛色水蛇及斯文豪氏游蛇）（林務局於 2008 年 7 月公告新版修正後保育類野生動物名錄，其中臺灣滑蜥、古氏草蜥、臺灣草蜥、紅竹蛇、臺灣鈍頭蛇等 5 種自名錄中刪除）。

由於水庫施工前後整體生態環境會有巨大改變，勢必對當地原棲息物種產生一定之衝擊。為了解環境改變對生物的影響，需要選擇適合的物種或類群來檢測施工過程對生態的影響或生態復原的成效。本研究即是森林性指標物種大計畫下的其中一項。指標物種因為其生存條件與生態環境緊密相關，故當環境變動時，其族群量會快速隨之變動（Landres *et al.* 1988）。因此，適當的指標物種將有助於評估及監測水庫施工前後與復原過程的生態環境品質。臺灣原生爬行類蜥蜴亞目中，除了少數物種如攀蜥屬及正蜥科的草蜥外，石龍子類由於不易捕捉與觀察，相關研究很少（Lin *et al.* 1993; Huang 1996; 朱 2002; 杜及謝 2005），但是這類在落葉層活動的蜥蜴，在生態角色上亦占有其重要之地位，特別是湖山地區的蜥蜴族群密度高，總生物量大，更加顯示了其當地生態上的重要性。臺灣滑蜥（*Scincella formosensis*）為臺灣特有種，屬於森林底層的物種，零星分布於臺灣本島低海拔，目前並無相關生態研究。臺灣滑蜥為臺灣體型最小的石龍子科蜥蜴，吻肛長僅約 4 cm，體重約 2 g，容易成為其他物種捕食的對象，且由於滑蜥的移動能力較差，易受到環境變動的影響，因此適合作為湖山水庫生態環境長期監測的指標物種。雖然臺灣滑蜥適合作為指標物種，但研究資料缺乏，而且不易捕捉、觀察和掌握族群數量，故為了能更有效的監測和反應水庫施工前後的生態環境變化，因此本研究擬以當地的石龍子科蜥蜴為指標類群，特別是最優勢的印度蜓蜥及微棲地偏好略有不同的麗紋石龍子，同時監測此三種蜥蜴在不同類型棲地間族群數量的季節變動及年活動週期，以了解環境因子隨著水庫興建過程改變後，對印度蜓蜥、麗紋石龍子及臺灣滑蜥族群之影響，如此可避免研究期間因臺灣滑蜥數量不足而無法分析。

依據本研究前兩年調查結果，印度蜓蜥偏好竹林環境，麗紋石龍子則偏好檳榔園環境，兩者在棲地選擇上有顯著的差異（林及杜 2009），這個結果與朱宏達先生（2002）及 Du 等人（2006）的研究結果相同，麗紋石龍子偏好向陽性的開闊地，印度蜓蜥則喜好在森林底層活動。而 2009 年所做的水分散失實驗，顯示印度蜓蜥的幼蜥較不耐乾燥環境，其水分散失的速度顯著高於麗紋石龍子的幼蜥。即

使印度蜓蜥的水分耐受度隨著個體成長而漸漸變佳，但整體仍比麗紋石龍子差。此與野外調查的結果相符：麗紋石龍子的水分散失速率低於印度蜓蜥，加上其高溫耐受度比印度蜓蜥高，因此麗紋石龍子較常出現在空曠地或遮蔽低且陽光充足的環境（表 1）；印度蜓蜥對防止水分散失的能力較差，幼蜥的水分散失速率比麗紋石龍子快，可能是此生理限制使其較偏好森林底層溼度較高的環境。微棲地不同對外溫動物生理的影響主要表現在溫度及溼度適應上，Du 等人（2006）探討麗紋石龍子與印度蜓蜥在環境因子及溫度生理上的差異，研究結果顯示，麗紋石龍子的溫度耐受範圍較廣，對高溫及低溫的耐受度都優於印度蜓蜥，而且麗紋石龍子的偏好溫度高於印度蜓蜥。微棲地資料也顯示兩者在棲地選擇上存在差異，麗紋石龍子傾向選擇樹木較少、較多岩石地且環境溫度較高的棲境，與實驗室內的生理資料相符。

2008 及 2009 年的調查結果顯示，臺灣滑蜥的年活動週期和印度蜓蜥、麗紋石龍子有明顯差異，為了解是否為臺灣滑蜥偏好低溫環境所致。本研究今年將製作一溫度梯度試驗槽，以檢測滑蜥偏好之環境溫度與另兩種石龍子蜥蜴有否差異。

### 三、重要工作項目及實施方法

#### (一) 指標類群蜥蜴的年活動週期

依據過往的調查資料顯示，臺灣滑蜥主要於冬天活動，而其他物種則是 3 至 11 月活動，因此本研究將維持全年度每月十天的調查頻度，持續監測指標類群蜥蜴的活動週期、族群數量、成長速度等。

##### 1. 樣區

除持續監測 2008-2009 年選定設立的 4 個非淹沒區監測樣站（竹林雜木林及檳榔園各 2 個）之外，本年度於「自然生態保留及復育區」北側，黃杞林溪周圍另加選一個闊葉林環境樣區（圖 1）。加設樣區的目的為水庫興建完成後，周邊植被環境會自然演替，形成闊葉林環境，先行了解闊葉林環境內爬行類物種組成多樣性，可提供未來棲地經營管理之參考。比較不同棲地環境中，指標物種族群密度的變動及爬行種類組成差異，以監測水庫興建過程中爬行類受到的影響。

##### 2. 調查方法

本研究以攔截籬掉落式陷阱（drift-fence pitfall trap）捕捉指標類群蜥蜴，於

竹林、檳榔園和闊葉林等棲地類型內設置各 20 組陷阱，總計 5 個樣站共 100 組陷阱。由於本研究所要捕捉的目標物種個體較小（最大吻肛長 < 120 mm），為了便於陷阱設置，僅於地面挖掘深約 30 cm 的土洞，再放入直徑 25、深 30 cm 的塑膠垃圾筒作為陷阱本體，並於垃圾筒底部打洞以利排水，避免雨水累積筒內而導致蜥蜴死亡，地面另以 3 片 1 m 長塑膠板做為導引板（圖 2），利用此種調查方法可有效捕捉到地面活動的小型物種（周等 2002）。

### 3. 形態測量

測量並記錄所捕獲蜥蜴個體的吻肛長、性別及重量，釋放前以剪趾法標記，另用油漆筆在背上作雙重標記以利短期內快速辨識。所有個體在測量及標記完成後原地釋放。剪趾標記的目的除了可以辨識個體、記錄個體成長率外，更可以利用捕捉標記-再捕捉（marking-recapture）來估算族群量（Krebs 1999）。

#### (二) 臺灣滑蜥溫度選擇

為瞭解臺灣滑蜥是否因偏好較低溫環境而選擇在冬天季節活動。本年度開始陸續自野外捕捉臺灣滑蜥個體回實驗室內飼養，並在室內製作 2 組 30x30x180 cm 的透明壓克力槽，槽內底部再放一厚度 2mm 鋁板，鋁板兩端分別利用電加熱片及循環水冷器作為高溫及低溫源，讓鋁板產生一個由高到低的溫度梯度（圖 3），鋁板上方鋪設一層濕水苔以供滑蜥躲藏並降低其緊張情形，並將實驗裝置置於溫度 20°C、濕度 90% 的恆定環境中。每次實驗開始之前先把滑蜥隨機置於槽內的高溫端或低溫端適應一個晚上，隔日上午 8 點開始，每隔 1.5 hr 測量一次滑蜥體溫，以代表該個體當時偏好之溫度。由於滑蜥個體太小，一般以溫度偶電極置入泄殖腔長期記錄的方式不適合，會因電線太長、太重而影響其行動，故本研究以每 1.5 小時捕捉蜥蜴 1 次，並立即測量其體溫，一天測量 6 次的方式來代替。由於臺灣滑蜥體型小，體溫會受到環境影響而快速改變，因此在測量蜥蜴體溫度時，必需穿戴厚質棉布手套並盡量縮短操作時間以避免人體體溫影響蜥蜴的溫度。實驗結束後，測量蜥蜴的吻肛長與重量，並於隔天放回原採集處。

## 四、結果與討論

#### (一) 蜥蜴捕獲量及不同植被類型樣區間差異

由於 2008 年研究初始，實驗樣區的尋找因受到動物活動季節資料不足及水庫施工進度影響，遲至 4 月方完成所有樣區選定，後又因捕捉陷阱頻頻失竊，直到

2008 年 6 月更改為現行之捕捉方式後，整個指標物種監測試驗才穩定，因此部分資料缺乏而無法詳細比對年間差異。總計本研究自 2008 年 1 月至 2010 年 12 月底止，扣除陷阱損壞的資料，共進行 26,449 個陷阱捕捉天 (trap-days)，共捕獲爬行類 2 目 7 科 16 種，捕獲 2,125 隻次的蜥蜴。不同年度的努力量及捕獲隻次如表 1 所示，其中 2008 年雖然缺了 1~5 月的捕捉資料，但總捕捉隻次仍與 2009 年全年捕獲量相當，檢視其平均單一陷阱捕獲率可發現是 3 年監測中最高 (10.74%)，之後捕獲率逐年下降 ( $F = 11.377, P = 0.183$ )，2010 年的捕獲率為最低。

檢視 2009 年及 2010 年不同植被類型樣區間的蜥蜴捕獲情形，其中古道頂及闊葉林樣區離水庫施工範圍較遠，蜥蜴族群量較為穩定，尚未受施工所影響。資料顯示，古道頂樣區的印度蜓蜥與麗紋石龍子在數量上呈現負相關性，其中竹林樣站的印度蜓蜥數量微降、麗紋石龍子數量微升，而緊鄰的檳榔園樣區正好反過來 (表 2)，這個現象符合先前研究成果中兩種蜥蜴在微棲地需求上的差異，麗紋石龍子偏好開闊地，印度蜓蜥喜好潮溼且遮蔽度高的微棲地。本區蜥蜴整體族群數量不變，但微棲地略有變化，竹林環境因為農民採收竹筍後疏伐，降低了部分地區的上層遮蔽度，導致麗紋石龍子活動數量上升，印度蜓蜥數量下降，而緊鄰的檳榔園樣區則和 2009 年相同，1-6 月都沒有採收活動，因此農民未有整地除草而雜草叢生、溼度增加，故麗紋石龍子數量下降，印度蜓蜥數量上升。

「自然生態保留及復育區」緊鄰在目前水庫施工範圍旁，2010 年所調查到的印度蜓蜥數量 (174 隻) 低於 2009 年 (252 隻)，減少了 30%，使得整體蜥蜴的捕獲量也下降 (381 隻下降為 299 隻)。蜥蜴族群數量的下降在「古道頂」及「自然生態保留及復育區」兩者間並不是一致性的，而且在距離施工點更遠的闊葉林樣區中，蜥蜴數量仍非常多，表示蜥蜴捕獲率逐年下降的情形並非氣候等大環境因素造成，是樣區單獨受到某些因子影響。巧合的是，由於水庫工程安全上的需求，2009 年開始在「自然生態保留及復育區」邊緣進行截水牆施工，施工位置正好緊鄰我們所設立的「自然生態保留區及復育區」之檳榔園樣站，此樣站的印度蜓蜥數量在此期間劇減 50%，因此我們認為這是施工所造成的。換句話說，施工範圍旁的生態緩衝帶 (buffer zone) 非常重要，足夠寬的緩衝帶才能有效降低工程對生態的影響，而以湖山水庫所設立的自然生態保留及復育區而言，面積仍是不足且深度不夠，因此即使棲地需求面積較小的蜥蜴仍是受到施工影響而族群縮小。

闊葉林環境因為樹冠層遮蔽度高且底層植被豐富，有利於蜥蜴生存，是 5 個監測樣區中數量最多的樣區，特別是森林底層的印度蜓蜥最多，其次為樹棲型的

斯文豪氏攀木蜥蜴，由於此樣區的微棲環境並非麗紋石龍子喜好之開闊地，因此麗紋石龍子數量較少。廢棄檳榔園樣區的蜥蜴組成相似度雖然與闊葉林最為相近（圖 4），但是蜥蜴族群不穩定，受到鄰近地區施工影響，在不同年間蜥蜴數量劇烈下降 36%。古道頂檳榔園樣站為耕種中的純檳榔園，雖然調查到的蜥蜴種類與其他幾個樣站一樣，但是組成卻很不同，以麗紋石龍子最多，而蜥蜴總數量也是最少的，與其他樣站的相似度只有 43%，符合預期。臺灣滑蜥今年的捕獲量在古道頂竹林樣區大增（表 2），這是因為為了要測量其喜好溫度，故我們除了陷阱法外，還輔以人工路巡捕捉，整體努力量較大的緣故。而「自然生態保留及復育區」的竹林樣區因植被更新計畫持續著麻竹林移除與造林的動作，雖然造成林相及林下落葉層改變，但是林相更新的範圍不大（8.3%），而且是逐年逐步更新，因此並沒有影響該樣區的蜥蜴群聚，兩年間的相似度仍高達 90% 以上。從這些數據可以推估，未來水庫完工後，若周邊植被因保護得當而逐漸演替成闊葉林，將有利於印度蜓蜥及斯文豪氏攀蜥生存，麗紋石龍子數量較少，會出現在邊緣地帶；雖然我們 2010 年在闊葉林樣區調查到的臺灣滑蜥數量不多，但由於此區域的溫溼度仍是適合其生長的（圖 5），就生理生態角度來看，應該也是有利的。

## (二)年活動週期

歸納三種爬行類指標物種在這三年內的趨勢變化（圖 6），印度蜓蜥於春初時開始發現其蹤跡，而因為交配季節大量活動的原因，在 3 月達到活動最高峰，隨後 4 月的捕獲量大幅降低，6 月開始有吻肛長 25-30 mm 的初生幼蜥，並且一直活動到 10 月，之後進入冬眠（或休眠）。三年的活動週期維持一致。本研究在野外所獲得的資料與 Huang（1996）所做的生殖腺解剖資料結果相符合。

麗紋石龍子除了在冬季數量較少之外，其餘時間無明顯高峰期。前人研究指出，麗紋石龍子喜愛在開闊空曠處活動（朱 2002），由於古道頂樣區檳榔園的農民鮮少有整地除草動作，使此樣區長時間都是處在雜草叢生的狀態，並幾乎覆蓋本研究所設立之陷阱；而「自然生態保留及復育區」的檳榔園樣區則是荒廢已久，林下參雜生長了許多原生樹種，林下遮蔽度很高，並非麗紋石龍子所喜好的典型棲地。可能這些原因使得樣區內的麗紋石龍子在活動週期上看不出明顯趨勢。

臺灣滑蜥於每年 11 月開始活動，一直至隔年 1、2 月為臺灣滑蜥的活動高峰期，3 至 5 月幾乎不活動，幼蜥大約於每年 6 月孵化。雖然缺乏 2008 年年初的資料，但從圖中可以看到在 2009 與 2010 年內有著同樣的趨勢。「冬季為臺灣滑蜥的主要活動期」此現象與毛俊傑等人（2008）所獲得的調查成果一樣，然而此結果

卻與朱宏達先生（2002）在大漢山林道調查的結果有很大差異，該文獻資料指出大漢山林道的臺灣滑蜥為全年活動，而且夏季為主要活動高峰。推測此一有趣現象可能是因為大漢山林道整年的氣溫都可維持足夠高溫，因此該區域的所有蜥蜴都是經年活動，沒有明顯休眠期，而斗六丘陵地的緯度高於屏東，冬季氣溫較低，不適合蜥蜴活動，此區域的臺灣滑蜥族群選擇於此時期活動，將可以減少被捕食的機會，提高生殖成功機率。

### (三) 蜥蜴成長速率

合計三年分別捕獲印度蜓蜥幼蜥 332 隻及麗紋石龍子幼蜥 87 隻。其中印度蜓蜥於 6 月產下幼蜥後，幼蜥 ( $28.35 \pm 1.49$  mm) 以每月平均 9 mm 的速度快速成長，於 10 月達到 60.15 mm (圖 7, 8)，而根據計翔及杜衛國先生的研究，吻肛長 67.7 mm 個體即可生殖(計和杜, 2000)，這表示印度蜓蜥的幼體於出生後的第一個春天即可加入生殖行列。麗紋石龍子幼蜥孵化後 (6 月,  $33.73 \pm 4.49$  mm) 的成長速率略低於印度蜓蜥，平均每月成長 7 mm，於 9 月時達到  $55.46 \pm 5.24$  mm，10 月之後雖然仍可捕捉到麗紋石龍子的亞成體，但由於此時氣溫已開始下降，麗紋石龍子的成長速率趨緩(圖 6)，而且離最小性成熟吻肛長的 69.3 mm 尚有 13 mm 以上的差距(Du *et. al.* 2001)，表示隔年春天生殖季開始時，這些初生個體大部分仍無法加入生殖族群。依吻肛長及成長速率資料推測，印度蜓蜥平均有 2 次以上生殖機會，部分個體可以生殖 3 次，換句話說印度蜓蜥的壽命平均 2 年，最長約 3 年；麗紋石龍子則約有 4 至 5 年的壽命。這與我們 2008 年的趾骨年齡切片鑑定相吻合；而且根據我們捕捉標放的記錄，在今年所捕獲的 82 隻次曾標記個體中，有 9 隻次是 2008 年上標，31 隻次是 2009 年上標的，顯示印度蜓蜥能活過 3 年的個體很少。

### (四) 族群密度及性別比例

族群密度估算時，因為印度蜓蜥捕捉、標放及再捕獲機率高，適合以 Petersen method 做族群數量估算，其餘物種都因數量少且再捕獲率低，估算誤差值太大，因此本計畫僅針對印度蜓蜥做統計估算；另外，我們也試著將所有蜥蜴種類視為相同，僅區分標記與否的方式，對所有捕獲之蜥蜴總數量估算。結果顯示，印度蜓蜥的族群量在 5 個樣區中，除了「古道頂」的檳榔園樣區因為是持續耕作中的田地，干擾大、植被單一，所以蜥蜴數量顯著較少 ( $127 \pm 34$  隻)，其他 4 個樣區間的差異則不顯著。在我們 5 個監測樣區中，無論是印度蜓蜥或是所有蜥蜴總數量，都是以「自然生態保留及復育區」的麻竹林樣區最多；闊葉林樣區雖然是 2010 年捕獲隻次最多的樣區，然而有 33% 是斯文豪氏攀蜥，斯文豪氏攀蜥的領域性強，



使得其被再捕獲率很高，這會造成我們在估算所有蜥蜴總數量時，容易因此被稀釋而低估；而且此樣區僅捕捉標放一年，和其他 4 個樣區持續監控 2.5 年的基礎不同，人為誤差會較大。

2010 年捕獲的 837 隻次中，有 39 隻因不慎逃跑或受傷而無法辨識性別，其餘都能準確以外生殖器的方式辨別雌雄。族群性比中僅麗紋石龍子是維持約 1:1，其餘物種都是偏雄性居多，以臺灣滑蜥的雌雄性比 1:3.4 最高，印度蜓蜥為 1:2.2，斯文豪氏攀蜥為 1:1.3；這個結果與 2009 年的調查資料相似，族群組成偏向雄性居多。會造成族群性比偏向雄性的原因有兩個可能，一是雄性為了尋找配偶而四處遊走，因活動力較大，故容易掉入陷阱中而被我們捕獲，但雌性因四處活動造成適存力 (fitness) 下降的風險較高 (Bonnet *et al.* 1999, Trombulak and Frissell 2000)，這包含了生理上的限制，例如體重較重所導致的衝刺速度 (sprint speed) 較雄性慢 (Colegrave 2002, Shaffer and Daniel R. Formanowicz 1996, Shine 1980)，因此大部分的雌性物種都有活動比例較低的情形，相對的被掉落式陷阱 (pit-fall) 捕獲機率就會較低，故性別比估算時會低於雄性。另一個原因是族群中雄性真的比雌性數量多，這通常出現在生存環境穩定且物種族群量已接近承載量時，此時產下較多雄性子代的個體將比產下較多雌性子代的個體具有適存力上的優勢，因為雄性在生殖季時能多次交配而擁有較多後代，但雌性一胎所能產下的子代是有限的。詳細原因仍有待後續更深入的研究。從 2 年半的監測數據呈現相對穩定看來，我們認為斗六丘陵地的蜥蜴族群整體而言是維持在飽和狀態，而非族群成長或下降的狀態。

#### (五)臺灣滑蜥溫度選擇

本研究共測量 26 隻雄性臺灣滑蜥的偏好溫度，結果顯示臺灣滑蜥偏好選擇溫度平均約為 26°C (圖 9)，介於雄性及雌性麗紋石龍子偏好選擇溫度 (30.4 及 26.8 °C) 的中間 (Du *et al.* 2000)，也就是說臺灣滑蜥並不是偏好於低溫環境活動。但臺灣滑蜥卻選擇於冬季做為活動高峰，顯見大部分蜥蜴不活動的冬季對臺灣滑蜥的生態意義上有相當之重要性。

### 五、結論與建議

1. 闊葉林環境對於森林性的印度蜓蜥、臺灣滑蜥及樹棲型的斯文豪氏攀蜥等物種有利，且蜥蜴物種組成與斗六丘陵地目前最主要的棲地類型-粗放耕種的麻竹林相近，這表示未來環境若逐漸演替成闊葉林後，對於當地蜥蜴相的影響不大，可維

持穩定。

- 2.水庫施工會對緊鄰工地的蜥蜴族群造成顯著影響，但距離較遠的族群則不受影響，這表示生態緩衝帶有效而且有設立的必要性。
- 3.印度蜓蜥和麗紋石龍子幼蜥的成長速度相近，平均每月為 9 或 8 mm。印度蜓蜥在出生後 3 個月可達到性成熟，隔年春天即可加入生殖族群，一生約有 2 次生殖機會，壽命 3 年左右。麗紋石龍子因為體型大，達到性成熟所需時間較長，因此大部分個體需要在孵化後的第 2 個生殖季才能有較佳生殖機會。若是要減少工程對印度蜓蜥及麗紋石龍子等物種的影響，每年 2、3 月的交配高峰期必須避開，讓蜥蜴有機會完成交配而保留族群生機。
- 4.冬季是臺灣滑蜥主要的活動季節，此時的環境溫度並非臺灣滑蜥所喜好選擇的溫度，推測可能是臺灣滑蜥演化適應以降低被捕食機率的結果，因為此季節的天敵較少，能提高生存機率以增加生殖投資。換一角度思考，冬季對於臺灣滑蜥族群來說，將顯得非常重要，可能是一年中維繫其族群穩定的重要時段。若是此時段受到嚴重干擾，可能會影響其生殖成功的機率，是必須要注意的地方。

## 六、參考文獻

- 毛俊傑、林德恩。2008。爬行類名錄、分布及現況評估。湖山水庫工程生態保育措施-森林、溪流生態系統之調查研究規劃成果報告書。166-191 頁。經濟部水利署中區水資源局，行政院農業委員會特有生物研究保育中心。
- 朱宏達。2002。南部地區六種石龍子科蜥蜴棲地利用之研究。中山大學生物科學系碩士論文。
- 杜衛國、謝曉宏。2005。蠅蜒逃逸行為影響因子。生態學雜誌 24(4): 461-463。
- 林德恩、杜銘章。2009。湖山水庫爬行類指標物種族群量監測及生活史研究。湖山水庫工程生態保育措施-森林、溪流生態系統之調查研究規劃(97 年度工作計畫) 成果報告書。80-97 頁。經濟部水利署中區水資源局，行政院農業委員會特有生物研究保育中心。
- 計翔、杜衛國。2000。蠅蜒頭、體大小的兩性異形和雌體繁殖。動物學研究 21(5):349-354。
- 周文豪、李敏嘉、于宏燦。2002。臺灣中部亞熱帶山地森林地棲脊椎動物的群落

結構-兼論攔截籬掉落桶研究法的應用。特有生物研究 4(1): 1-11。

財團法人中華顧問工程司、民翔環境生態研究有限公司。2005。湖山水庫工程計畫生態保育措施（定稿本）。經濟部水利署中區水資源局。

Bonnet, X., G. Naulleau, and R. Shine. 1999. The dangers of leaving home: dispersal and mortality in snakes. *Biological Conservation* 89: 39-50.

Colegrave, N. 2002. Sex releases the speed limit on evolution. *Nature* 420: 664-666.

Du, W.-G., S.-J. Yan, and X. Ji. 2000. Selected body temperature, thermal tolerance and thermal dependence of food assimilation and locomotor performance in adult blue-tailed skinks, *Eumeces elegans*. *Journal of Thermal Biology* 25: 197-202.

Du, W. G., L. Shou, and J. Y. Shen. 2006. Habitat selection in two sympatric Chinese skinks, *Eumeces elegans* and *Sphenomorphus indicus*: do thermal preferences matter? *Canadian Journal of Zoology* 84: 1300-1306.

Huang, W.-S. 1996. Reproductive cycles and sexual dimorphism in the viviparous skink, *Sphenomorphus indicus*(Sauria: Scincidae), from Wushe, Central Taiwan. *Zoological Studies* 35: 55-61.

Huang, Wen-San. 1996. Sexual size dimorphism in the five-striped blue-tailed skink, *Eumeces elegans*, with notes on its life history in Taiwan. *Zoological Studies* 35(3): 188-194.

Krebs, C. J. 1999. *Ecological methodology*. 2nd ed. Benjamin/Cummings, California.

Landres, P. B., J. Verner and J. W. Thomas. 1988. Ecological uses of vertebrate indicator species: a critique. *Conservation Biology* 2: 316-327.

Lin, C.-Y., W.-S. Huang and K.-Y. Lue. 1993. Note on the reproduction of *Sphenomorphus indicus* schmidt in Taiwan. *Bulletin of National Museum of Natural Science* 4: 191-193.

Mautz, W. J. 1982. Patterns of evaporative water loss. In C. Gans and F. H. Pough (eds.), *Biology of the Reptilia*. Vol. 12. Physiology C, Physiological Ecology, pp. 443-481. Academic Press, London.

Shaffer, L. R., and J. Daniel R. Formanowicz. 1996. A cost of viviparity and parental care in scorpions: reduced sprint speed and behavioural compensation. *Animal*

*Behaviour* 51: 1017-1024.

Shine, R. 1980. "Costs" of reproduction in reptiles. *Oecologia* 46: 92.

Trombulak, S., and C. Frissell. 2000. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology* 14: 18-30.

Xiang Ji, Ping-Yue Sun and Wei-Guo Du. 1997. Selected body temperature, thermal tolerance and food assimilation in a viviparous skink, *Sphenomorphus indicus*. *Netherlands Journal of Zoology*. 47(1): 103-110.

Zucker, A. 1980. Procedural and anatomical consideration of the determination of cutaneous water loss in Squamate reptiles. *Copeia* 1980: 425-439.

表 1 2008~2010 年蜥蜴亞目總體數量捕獲率（不含 2010 年闊葉林資料）

年度	努力量 (trap-days)	捕獲總數	單位陷阱捕獲率 (隻數/單一陷阱)
2008	5948	639	10.74%
2009	8798	649	7.38%
2010	9303	586	6.30%

表 2 2010 年不同樣區各種蜥蜴的總捕捉隻次，括號中的數字為 2009 年同期捕捉隻次

物種	古道頂		自然生態保留 及復育區		闊葉林*	總隻次
	竹林	檳榔園	竹林	檳榔園		
	古氏草蜥	5 (4)	5 (3)	11 (1)		
臺灣滑蜥	55 (25)	15 (13)	9 (21)	22 (17)	11	112 (76)
印度蜓蜥	85 (104)	34 (25)	100 (98)	74 (154)	148	441 (381)
斯文豪氏攀蜥	24 (19)	4 (8)	28 (31)	44 (45)	83	183 (103)
麗紋石龍子	24 (18)	36 (49)	4 (1)	0 (8)	6	70 (76)
總計	193 (170)	94 (98)	152(152)	147(229)	251	837 (649)

\*闊葉林為今年新增之樣區，故尚無去年度資料

表 3 各樣區印度蜓蜥及蜥蜴亞目族群數量估算

	自然生態保留及復育區		古道頂		闊葉林
	麻竹林	檳榔園	麻竹林	檳榔園	
印度蜓蜥	609±74	585±161	558±109	127±34	490±71
蜥蜴亞目	985±146	706±145	708±133	650±177	449±137

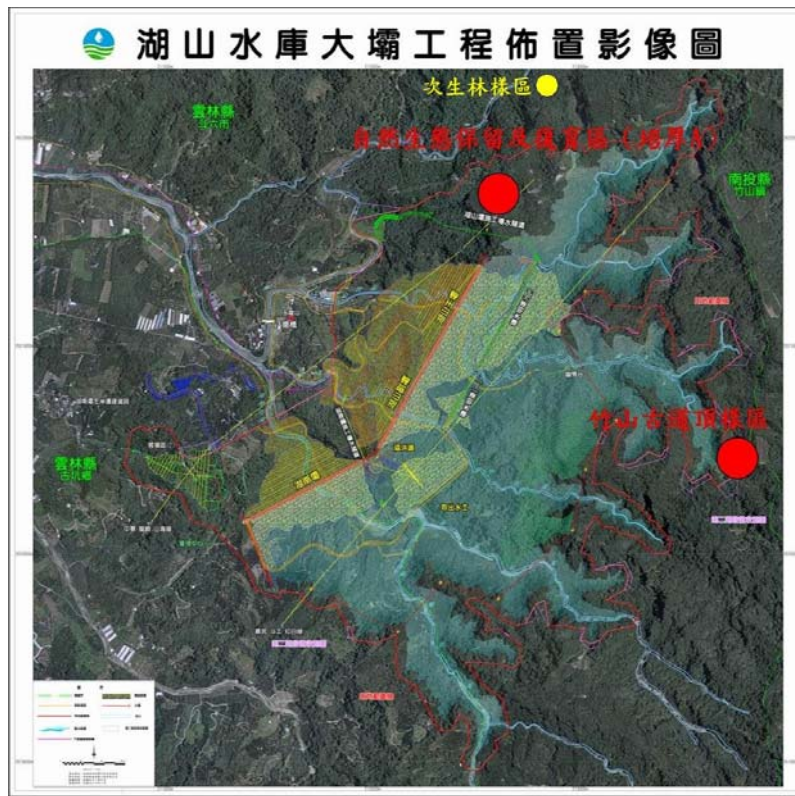


圖 1. 古道頂、湖山水庫自然生態保留及復育區闊葉林樣區相對位置圖。



圖 2. 攔截籬掉落式陷阱。

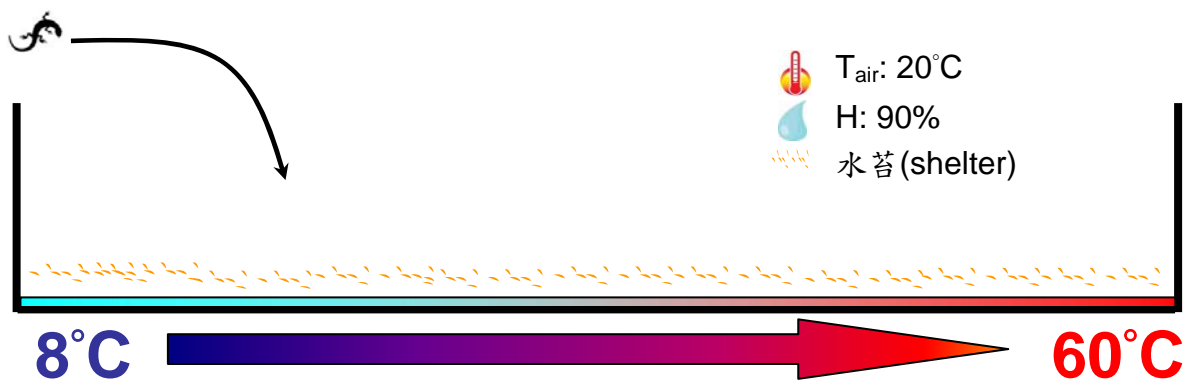


圖 3. 臺灣滑蜥溫度選擇實驗裝置示意圖。

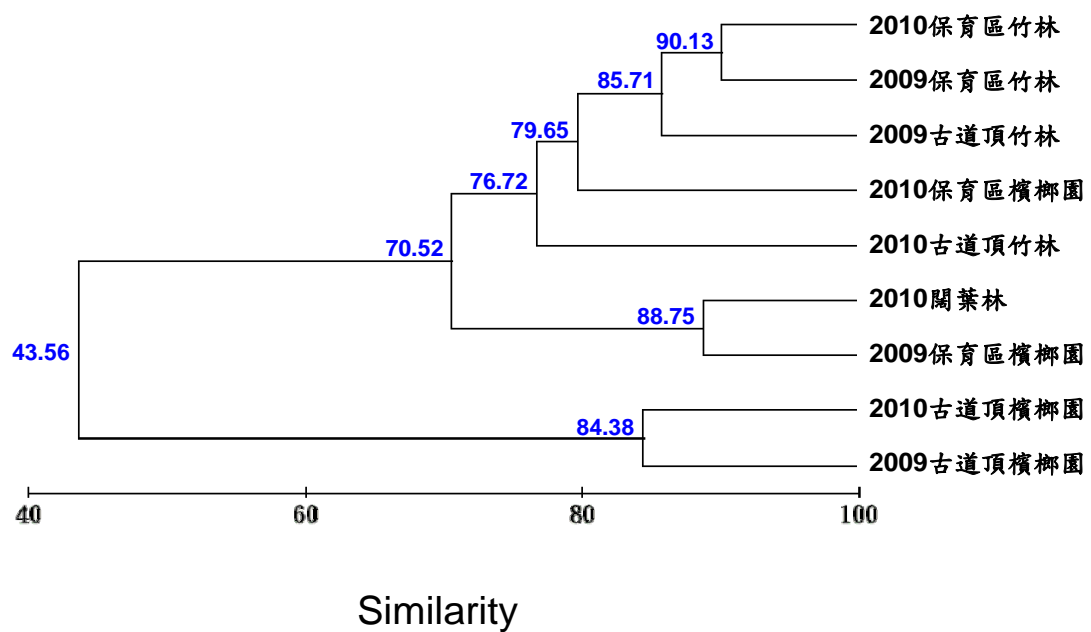


圖 4. 3 種棲地類型在 2009 及 2010 年間蜥蜴組成聚類分析圖。



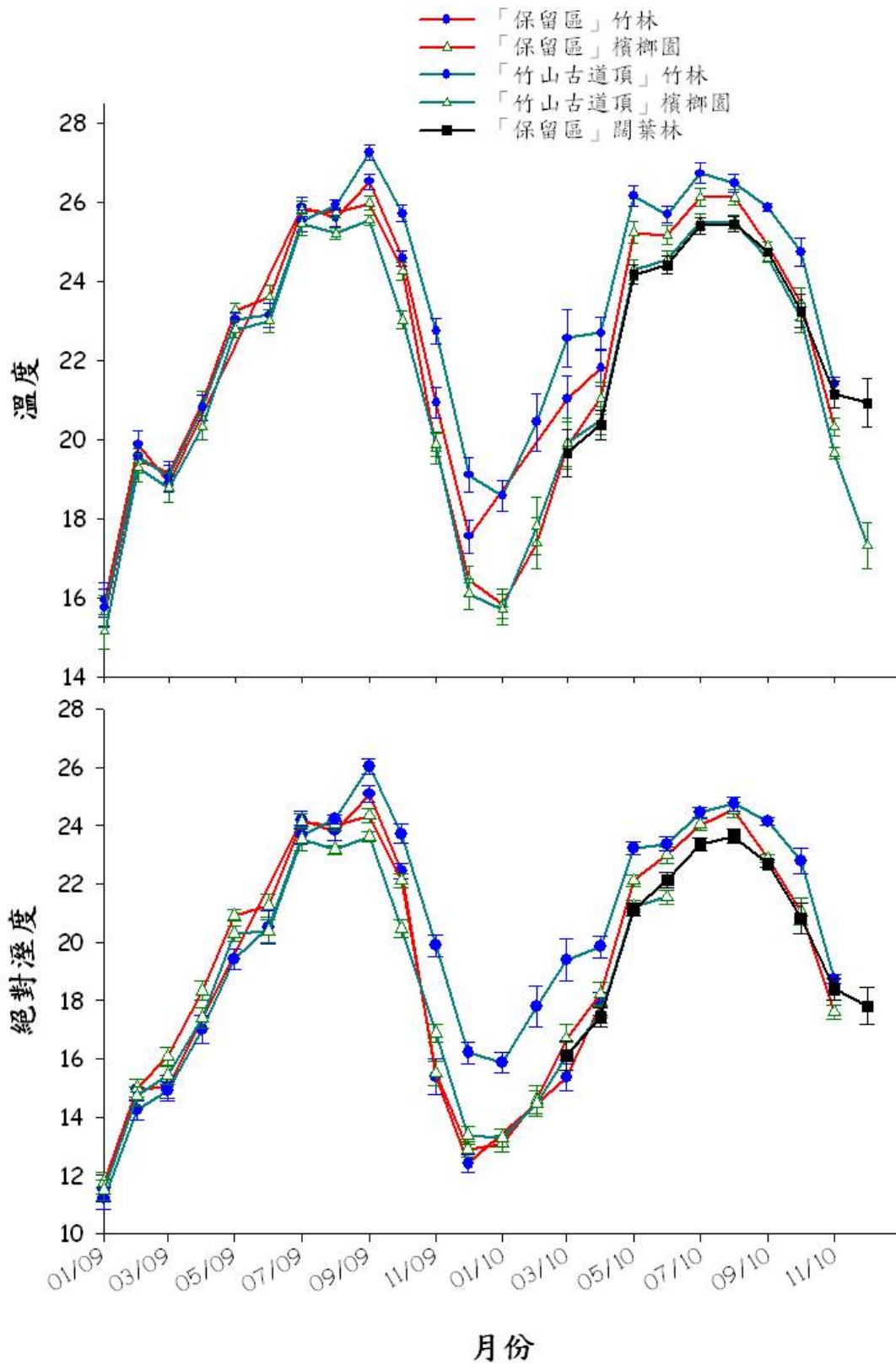


圖 5. 不同樣站的月平均溫、溼度變化。



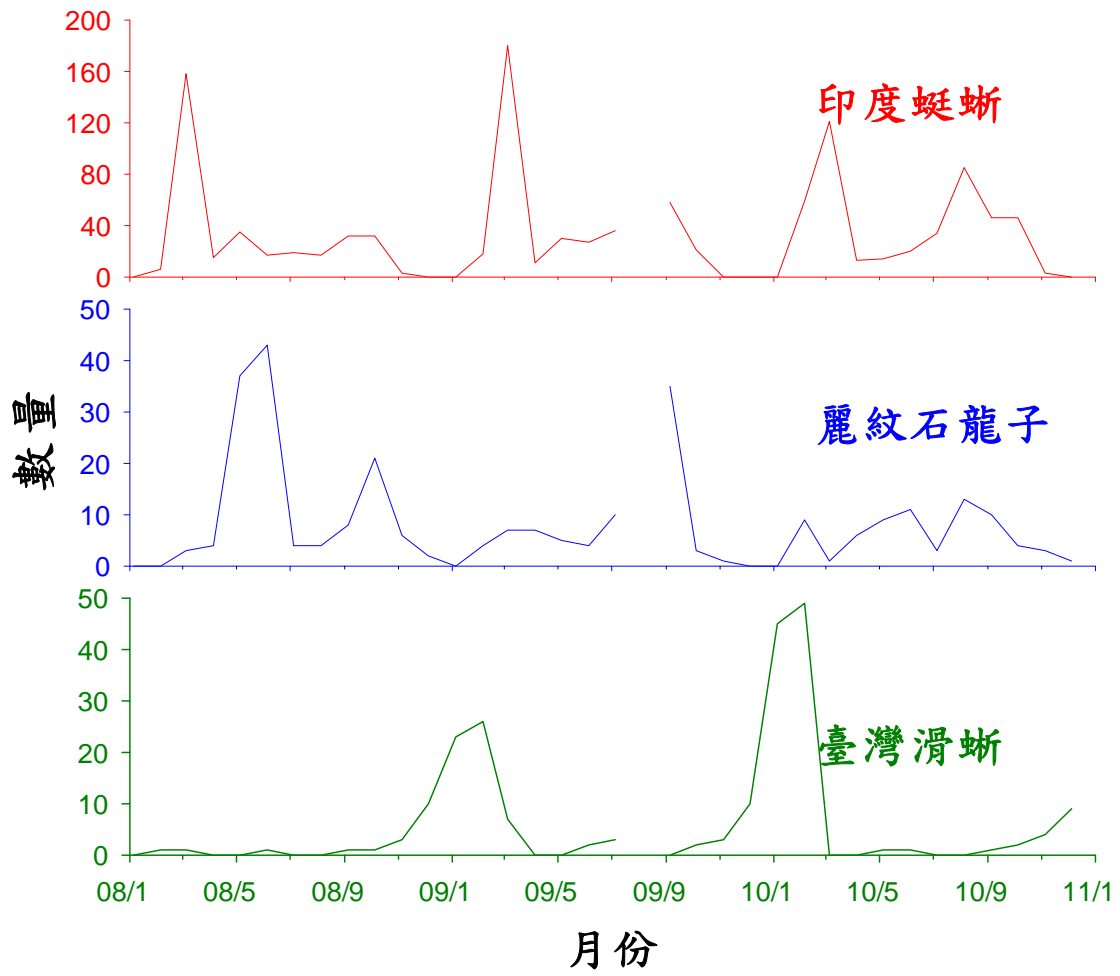


圖 6. 3 種指標物種在 2008-2010 年間的活動週期。

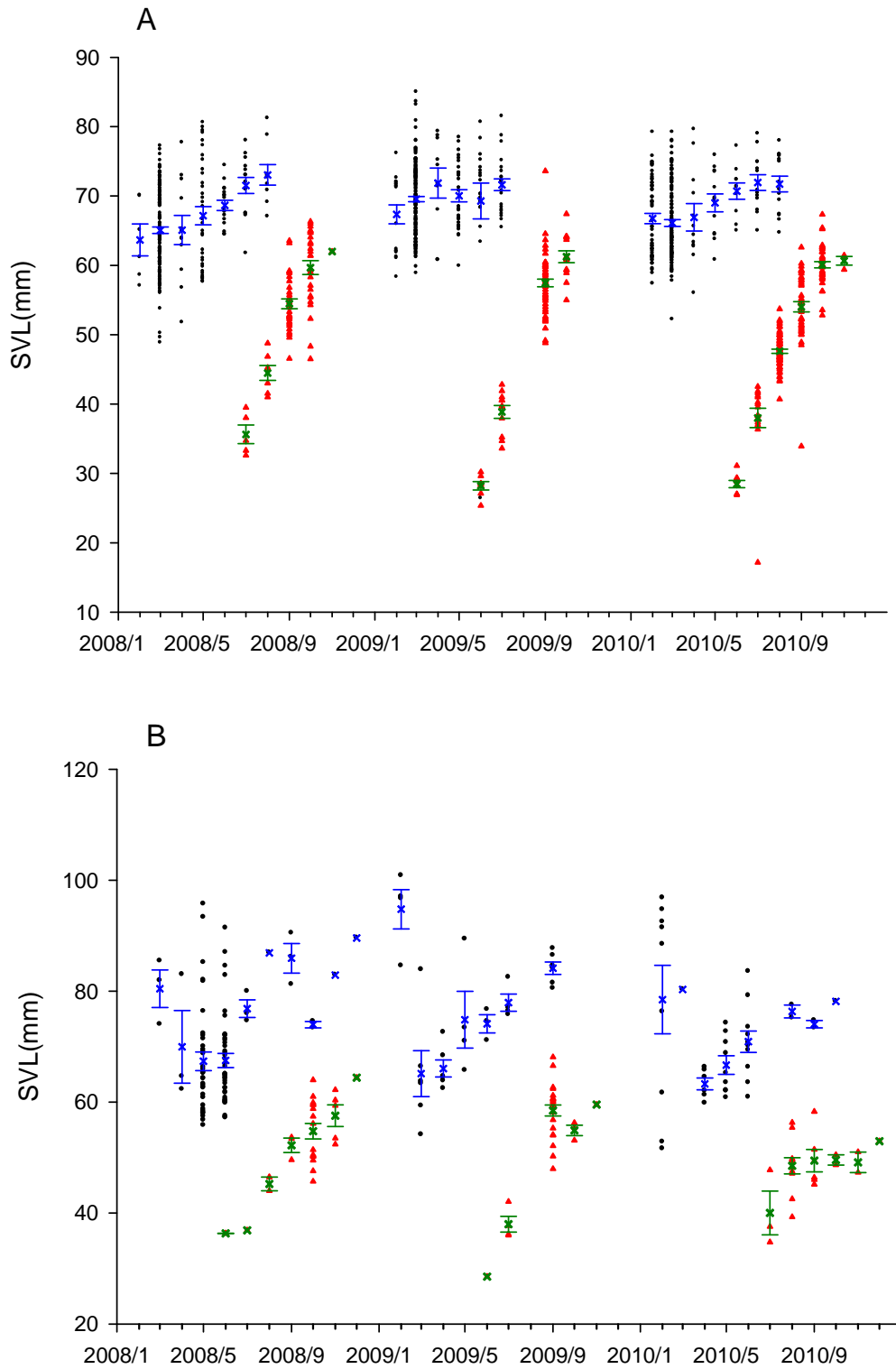


圖 7. 2008-2010 年內印度蜓蜥及麗紋石龍子捕捉個體的 SVL 分布 (A 為印度蜓蜥；B 為麗紋石龍子)，黑色點為成體，紅色點為當年度出生之幼蜥。

印度蜓蜥幼蜥成長情形

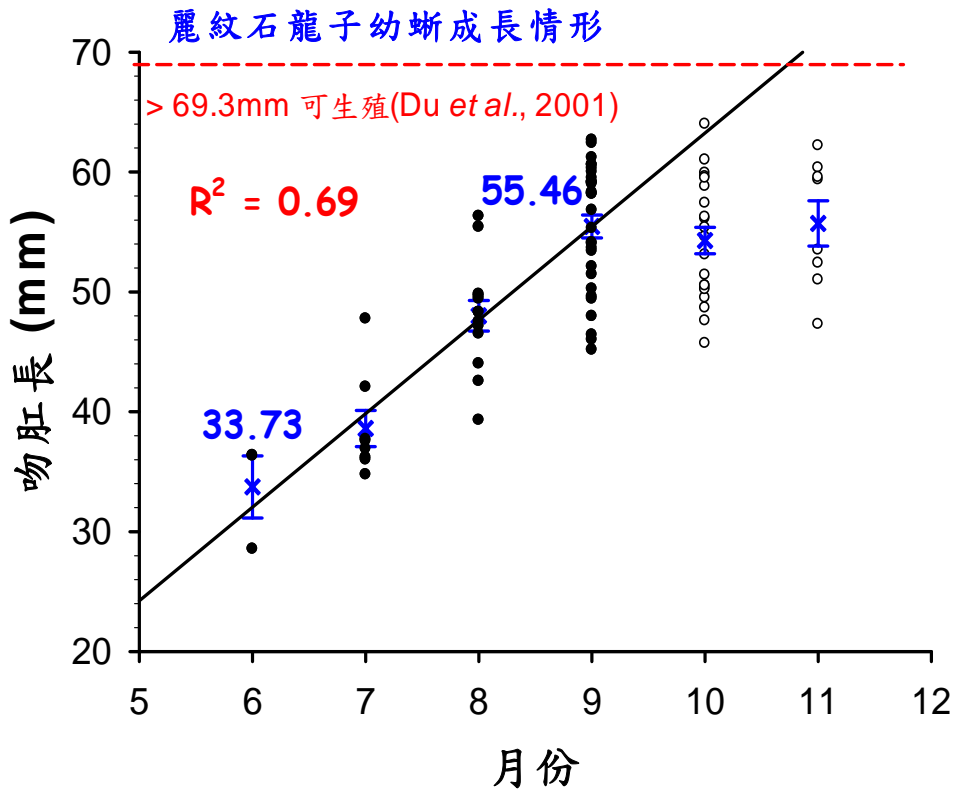
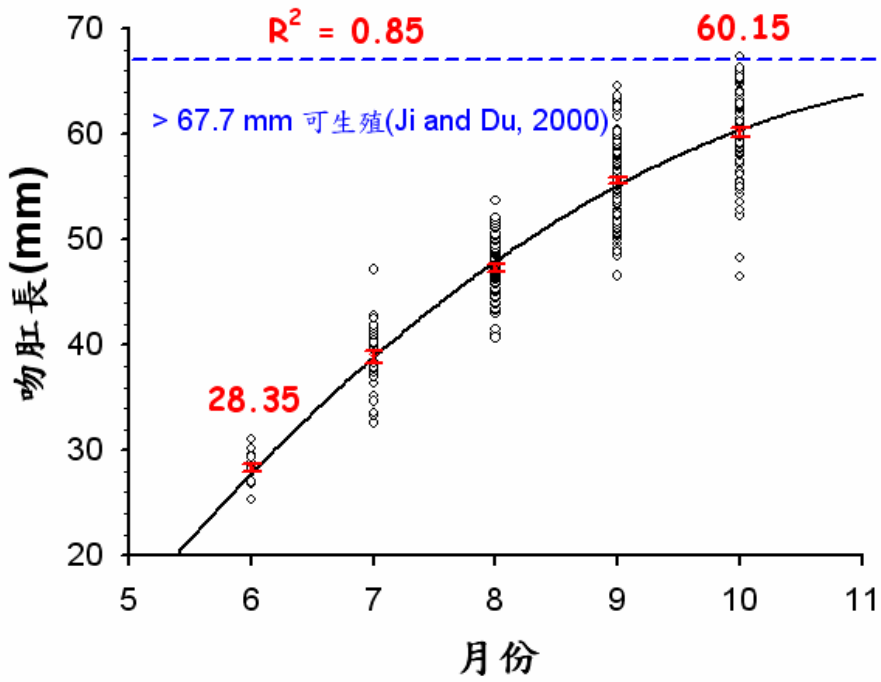


圖 8. 幼蜥於 6 月出生後，以每月平均約 9mm 的速度成長，印度蜓蜥在過冬後的第一個生殖季就能加入生殖族群；麗紋石龍子則大部分必須在孵化後的第二個生殖季才能有較佳的生殖優勢。

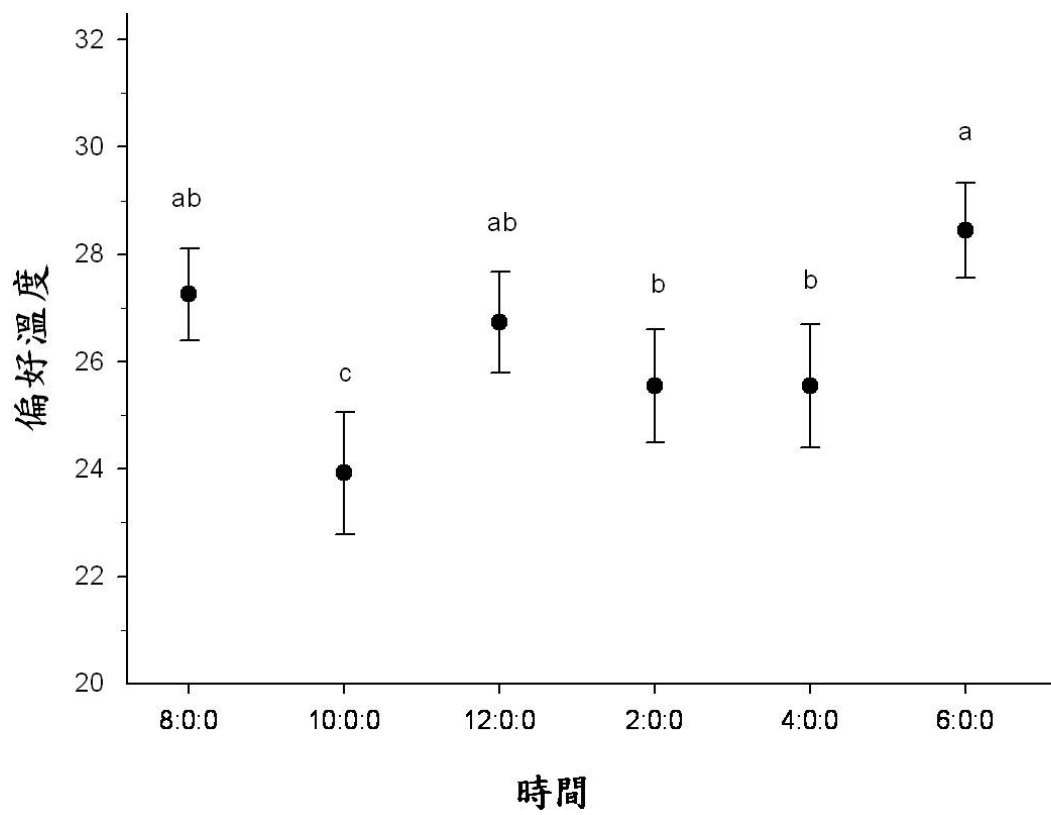


圖 9. 臺灣滑蜥選溫行為，其平均偏好溫度為 26°C。