

圈養狀況下之斑腿樹蛙生活史

Life History of the Spot-Legged Tree Frog *Polypedates megacephalus* in Captivity

吳和瑾¹ 林春富^{1,*} 葉大詮¹ 呂光洋²

Ho-Chin Wu¹, Chun-Fu Lin^{1,*}, Ta-Chuan Yeh¹ and Kuang-Yang Lue²

¹ 行政院農業委員會特有生物研究保育中心 南投縣集集鎮民生東路1號

² 國立台灣師範大學生命科學系 台北市汀州路四段88號

¹ Endemic Species Research Institute, Jiji, Nantou, Taiwan

² Department of Life Science, National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan

* 通訊作者: spring@tesri.gov.tw

* Corresponding author: spring@tesri.gov.tw

摘要

為了解斑腿樹蛙(*Polypedates megacephalus*)的生活史特性, 2007年10月我們從馬祖地區採集了3隻雄性及2隻雌性斑腿樹蛙攜回實驗室進行為期1年的圈養與觀察。這些雌蛙在2008年3-8月間, 共產下10堆卵泡, 每堆卵泡平均約有639個卵。在16.6-29.3°C的環境溫度下, 卵約3-8天可孵出, 各卵泡的孵化時間與當時的室外溫度呈現負相關, 其孵化率約為92.3%。在19.5-29.8°C的環境溫度下, 蝌蚪從孵化到Gosner第37發育期的時間平均為36.1天, 而蝌蚪發育到Gosner第42發育期的時間平均為46.6天, 蝌蚪的變態率平均為3.3%。雌雄蛙在體型及體色上均呈現明顯的二型性, 雌性斑腿樹蛙的體型(吻肛長 7.4 ± 0.9 cm、體重 32.6 ± 9.1 g)大於雄蛙(5.0 ± 0.3 cm、 9.8 ± 3.6 g)的體型; 雌蛙體色呈暗褐色, 而雄蛙體色會隨外界飼養環境的改變而轉換, 其顏色可為黃色、淺褐色或暗褐色。依據趾骨鑑齡法判別該2隻雌蛙的年齡均為7歲, 其他5隻雄蛙的年齡在3-6歲間。此外, 文中也將斑腿樹蛙與台灣其他樹蛙的生態資料一併進行討論。

Abstract

Three males and two females of the spot-legged tree frog *Polypedates megacephalus* were collected from the Matsu islands off the coast of Mainland China in October 2007. They were kept in captivity in the laboratory for a year and their life-history was observed. The females deposited 10 clutches of foam nests at an average of 639 eggs per clutch from March to August 2008. The eggs hatched 3-8 days after the deposition at 16.6-29.3°C. The hatching periods were negative correlated to the ambient temperatures. The hatching rate was 92.3%. At 19.5-29.8°C the hatchlings took an average of 36.1 days to reach Gosner's stage 37 and 46.6 days to stage 42. The mean metamorphic rate was 3.3%. There was sexual dimorphism in size and coloration. The adult females were larger (SVL, 7.4 ± 0.9 cm; weight, 32.6 ± 9.1 g) than the adult males (5.0 ± 0.3 cm and 9.8 ± 3.6 g). The females were darkish brown in color while the male's color varied widely: yellow, light brown or darkish brown depending on the surrounding environments. According to skeletochronology, the two females examined were 7 years old and the five males were 3 to 6 years old. Also, ecological traits of *P. megacephalus* and other tree frogs in Taiwan were discussed.

關鍵詞：斑腿樹蛙、生活史、馬祖

Key words: *Polypedates megacephalus*, life history, the Matsu islands

收件日期：98年4月20日

接受日期：98年10月30日

Received: April 20, 2009

Accepted: October 30, 2009

緒 言

兩棲類的生命週期(life cycle)包含了卵、蝌蚪及成體等不同的生活階段，而各時期的成長、發育及存活比率等資料，組合成該物種生活史的基本內容，而物種的生殖行為則扮演著延續此生命週期的重要角色。在天擇的作用下，物種為了達到最高的適存度(fitness)，通常會因應環境的變化而調整其生殖型式，進而演化出較佳的生殖策略(Duellman and Trueb 1994)。

本研究的斑腿樹蛙(*Polypedates megacephalus*)為馬祖地區所發現的新紀錄種蛙類(張 2008)。

我們於 2007 年在馬祖地區的南竿島進行兩棲類動物資源普查時，發現疑似樹蛙的兩棲類，帶回台灣後經本文第四作者及其研究生鑑定確認為斑腿樹蛙。該樹蛙分布於中南半島、華南等地區，過去在台灣的中、彰、化等地區也有分布紀錄，不過據推測該族群的來源可能為近期人類活動時所引入(張 2008)，由於目前該種蛙在台灣並無進一步的研究資料，因此我們選擇進行該蛙種基本生活史之觀察與記錄。

野外物種生活史的研究通常需要對同一族群或個體進行長時間的觀察，並藉由不同時期的重複觀察與測量來增加生活史資料的正確性。由於馬祖地區目前仍屬於軍事用途區域，

山勢陡峭且林相茂密，調查人員較難深入調查，在生態學的研究上有許多的限制。短暫的觀察通常只能得到橫斷面的資料，對於族群數量較少的物種，其生活史的縱向研究，有必要以圈養的方式來進行。因此為進一步了解斑腿樹蛙各發育階段的生態資料，我們將其攜回實驗室圈養，以建立其生活史之基礎生態資料。由於生活史的研究著重在不同物種間生態參數的比較 (Begon *et al.* 1990)，所以本文也將台灣其他樹蛙科動物與斑腿樹蛙的生活史參數並列，以期能夠對該蛙種的生活史有更深入的了解。

材料與方法

一、研究地點與研究動物

馬祖地區屬亞熱帶海洋性氣候，其全年之雨量豐枯季相當明顯，每年 10 月至翌年 2 月為枯水季，而雨季集中在 4-9 月間的梅雨季及颱風季。本中心於 2007 年 10 月在馬祖南竿島 (26°10'N, 119°55'E) 進行兩棲類調查時，在山區的樹林內及其附近積水的溝渠中，發現 3 隻雄性及 2 隻雌性的斑腿樹蛙。為方便研究，我們將此 5 隻樹蛙攜回台灣本島。由於馬祖的緯度略高於台灣，氣溫較低，因此我們將這些蛙類飼養於位於本島中部海拔約 257m 的特有生物研究保育中心 (23°50'N, 120°48'E)，此區春季與夏季的溫度也較類似於馬祖地區。我們將這些樹蛙飼養於長 2m、寬 1m 及高 2m 的網狀帳棚中，棚內放入枯枝落葉堆、姑婆芋、水盆等以模擬野外棲所，並將整組帳棚放置於室外。每隔 3 日餵予蟋蟀一批約 50 隻，視其進食狀況調整餵食頻度，以確保食餌的活力及數量上的充裕。蛙類經飼養 1 年後，於 2008 年 9 月前往南竿島釋放時，再度發現 3 隻雄性斑腿樹蛙。我們將此 6 隻雄蛙及 2 隻雌蛙分別測量其吻肛長與體重，並剪下左後腳中趾趾節約 4 mm 後，隨同 2007 年所繁衍的幼蛙一併放回

原棲地。

二、成蛙性別二型性指數及年齡鑑定

由此 8 隻斑腿樹蛙的吻肛長，我們計算出該蛙體型性別二型性 (sexual size dimorphism, SSD) 指數，其計算公式為：SSD 指數 = 雌雄吻肛長差 / 雌蛙吻肛長 (參考 Gibbons and Lovich 1990)。此外，利用趾骨鑑齡法 (skeletochronology) 判定該群樹蛙的年齡結構，其操作流程如下：於野外取樣時，先將剪下的趾骨浸泡於 10% 的福馬林中固定，切片前再將趾骨置換到 5% 的硝酸中使其硬骨軟化，再經自來水清洗、中和後，進行冷凍切片。切片的部位為骨節中段，厚度為 10 μ m，組織以 Erlich's haematoxylin 染色，再經自來水清洗、褪染後，以 50% 的甘油封片封存 (參考蔡 2002)。最後，在顯微鏡下檢視骨骼切片中之成長停滯環 (line of arrested growth, LAG) 數目，以判讀該個體的年齡。

三、產卵數與卵的孵化

我們每日觀察斑腿樹蛙是否有產卵，若發現有卵泡產出則將它摘取移至小型採集盒上方，以便於將來孵化蝌蚪數量的計算。當卵泡底部逐漸液化，蝌蚪完全掉入盒內積水處後，我們將卵泡浸入水中，把未孵化卵粒洗出，並計算其數目。記錄項目包含：產卵日期、卵孵化成蝌蚪的時間、卵泡期平均氣溫、每窩卵泡的卵粒數目 (將孵出的蝌蚪數加上未能孵化的卵粒數)；卵泡的體積引用自 Seymour and Lovridge (1994) 的計算公式： $V = (2\pi/3) r^2 d$ ，其中 V 代表卵泡體積 (ml)，r 代表卵泡的半徑，其計算的方式為卵泡的長加寬除以 4，d 代表卵泡高度 (cm)。飼養期間，我們也記錄每日的最高與最低氣溫，取其平均值視為當日的氣溫，以利後續的分析之用。卵泡期的平均氣溫，則以該時期每日的氣溫再次取平均值來代表。

四、蝌蚪的發育

我們將孵化後的蝌蚪置入已鋪設 1.5 cm 底泥厚的水缸中飼養，定時置換曝氣過的自來水，以每 2 日的頻度餵予魚飼料及煮爛的菠菜。蝌蚪的發育階段參考 Gosner (1960) 對蝌蚪的分期標準，所記錄項目有：蝌蚪孵化率(孵化蝌蚪數/卵粒數目)、蝌蚪孵化後至第 37 發育期(長出後肢且 5 趾均已分開)及第 42 發育期(伸出前肢)的日數、蝌蚪發育期所經歷的平均氣溫(以該時期每日的氣溫再次取平均值來代表)，並計算蝌蚪發育至第 46 期的變態率(第 46 發育期蝌蚪數/該窩所有蝌蚪數)。

五、統計分析

各發育階段之生活史參數以其平均數 ± 1 標準偏差(standard deviation, SD)來表示，並依此計算其變異係數(coefficient of variation, CV)。斑腿樹蛙卵孵化時間與環境溫度以及蝌蚪成長時間與平均溫度的關係，則以皮耳森相關性係數(Pearson correlation coefficient)進行統計檢定，並以 $\alpha = 0.05$ 作為是否有達統計上顯著性

差異的標準。

結 果

在為期 1 年的圈養過程中，2 隻斑腿樹蛙雌蛙在 3-8 月間，共產下 10 堆卵泡。此 9 次的產卵間隔歷時約 141 天，由此推算平均每隻雌蛙約 31 天左右可再次產卵。卵泡的平均長、寬、高分別為 9.3 ± 1.9 cm、 7.6 ± 1.2 cm 及 8.8 ± 2.4 cm，經估算後平均每個卵泡體積為 335.0 ± 151.5 ml，平均每個卵泡內的卵數為 639 ± 291 顆，卵泡間卵粒數目之 CV 為 46% (表 1)，各卵泡的體積與其卵粒數並無顯著性的相關($r = 0.52$, $df = 9$, $p = 0.1249$)。除了第 10 個卵泡未受精外，其餘各批卵泡均能成功孵出蝌蚪。不同批卵泡的孵化期間，所經歷的每日溫度範圍從 16.6°C 到 29.3°C 之間，卵的平均孵化時間為 5.8 ± 1.6 天，不同批卵泡的卵孵化時間與當時平均溫度呈現顯著性負相關($r = -0.84$, $df = 8$, $p = 0.0044$)，即溫度越高卵泡中蝌蚪所需孵化的時間越短；卵的平均孵化率為 $92.3 \pm 3.6\%$ ，不同批卵泡之卵孵化率 CV 為 4% (表 2)。

表 1. 圈養中的斑腿樹蛙於 2008 年 3 月 30 日到同年 8 月 17 日間，所產出的卵泡大小與其窩卵數
Table 1. Sizes of foam nests and egg clutches of *P. megacephalus* deposited from 30 March to 17 August 2008 in captivity

Foam nests	Dates of deposition	Height (cm)	Width (cm)	Depth (cm)	Volume (ml)	Clutch sizes (Number of eggs)
# 1	30 March	8.0	6.5	11.0	302.6	944
# 2	14 April	13.0	7.0	11.0	575.7	1037
# 3	15 April	9.5	8.0	5.5	220.4	473
# 4	2 May	12.0	10.0	9.0	569.9	419
# 5	23 May	8.5	7.0	9.0	282.9	499
# 6	9 June	8.5	7.0	9.0	282.9	542
# 7	12 July	10.0	8.5	11.0	492.6	1077
# 8	20 July	7.5	6.0	9.0	214.6	707
# 9	3 August	11.0	8.5	4.3	213.9	488
# 10	17 August	5.0	7.5	9.5	194.2	204
Mean		9.3	7.6	8.8	335.0	693
SD		2.3	1.2	2.3	151.5	292
CV (%)						46

剛孵化的蝌蚪體色略淺，全長約為 0.95 cm，孵化初期蝌蚪通常靜止伏貼於飼養缸壁，一直要到腹中的卵黃消化吸收後，才開始活躍游動於飼養缸中。除第 3 批蝌蚪於飼養初期因不明原因而集體死亡外，其餘各批蝌蚪均能有個體變態成為小蛙。不同批卵泡的蝌蚪發育期間，所經歷的每日溫度範圍從 19.5°C 到 29.8°C 之間，蝌蚪平均 36 ± 3.5 天達第 37 發育期，

46 ± 3.2 天達第 42 發育期，蝌蚪變成小蛙的變態率為 $3.3 \pm 4.0\%$ ，不同卵泡間蝌蚪之變態率 CV 為 120% (表 2)。至於蝌蚪的發育時間(到達第 37 發育期或第 42 發育期)與發育期間的平均溫度(範圍從 19.5°C 到 29.8°C)，則無顯著的相關(分別為 $r = 0.06$, $df = 7$, $p = 0.8825$; $r = -0.54$, $df = 7$, $p = 0.1660$)。

表 2. 圈養中的斑腿樹蛙於 2008 年 3 月 30 日到同年 8 月 17 日間，所產出不同窩的蝌蚪孵化率、發育狀態與變態率

Table 2. Hatching rates, developmental statuses, and metamorphosis rates of egg clutches (form nests) of *P. megacephalus* deposited from 30 March to 17 August 2008 in captivity

Foam nests	Hatching days	Hatching rate (%)	Tadpoles to Gosner's 37 (day)	Tadpoles to Gosner's 42 (day)	Metamorphosis rate (%)
# 1	8	92.6	32	49	1.7
# 2	7	95.0	38	44	5.0
# 3	6	90.0	-	-	-
# 4	7	92.4	30	40	12.2
# 5	6	94.4	37	48	4.9
# 6	6	84.1	36	46	1.5
# 7	5	95.0	37	48	0.3
# 8	3	95.5	38	48	0.3
# 9	4	91.8	41	50	0.5
# 10	-	-	-	-	-
Mean	5.8	92.3	36.1	46.6	3.3
SD	1.6	3.6	3.5	3.2	4.0
CV (%)		4			120

在所調查到的 8 隻斑腿樹蛙中，雄蛙(n = 6)平均吻肛長為 5.0 ± 0.3 cm，平均體重為 9.8 ± 3.6 g，若以 1 個成長停滯環代表 1 年的話，雄蛙平均年齡為 4.3 ± 1.0 歲，範圍由 3-6 歲(圖 1)；雌蛙(n = 2)平均吻肛長為 7.4 ± 0.9 cm、平均體重為 32.6 ± 9.1 g、年齡均為 7 歲(表 3)。以吻肛長所計算之性別二型性指數為 0.32，雌蛙體型明顯較雄蛙大。除此之外，雌雄蛙也有明顯的體色二型性(圖 2)，雌蛙體色呈暗褐色，而雄蛙體色會隨外界飼養環境的改變而轉換，其顏色可為黃色、淺褐色或暗褐色。

討 論

物種的生殖、成長、發育、壽命與體型的大小等元素，是生活史研究中重要的探討議題(Begon *et al.* 1990)。動物的生殖力(reproductive value)代表著生育力(fecundity)與存活力(survivorship)的總和(Williams 1966)。生育力是指當時的生殖產出，例如當季的產卵次數、產卵間隔或窩卵數等；存活力是指能持續貢獻於族群數量上的參數，例如各階段的存活率、一生中可參與生殖的次數等。本研究在為期 1 年

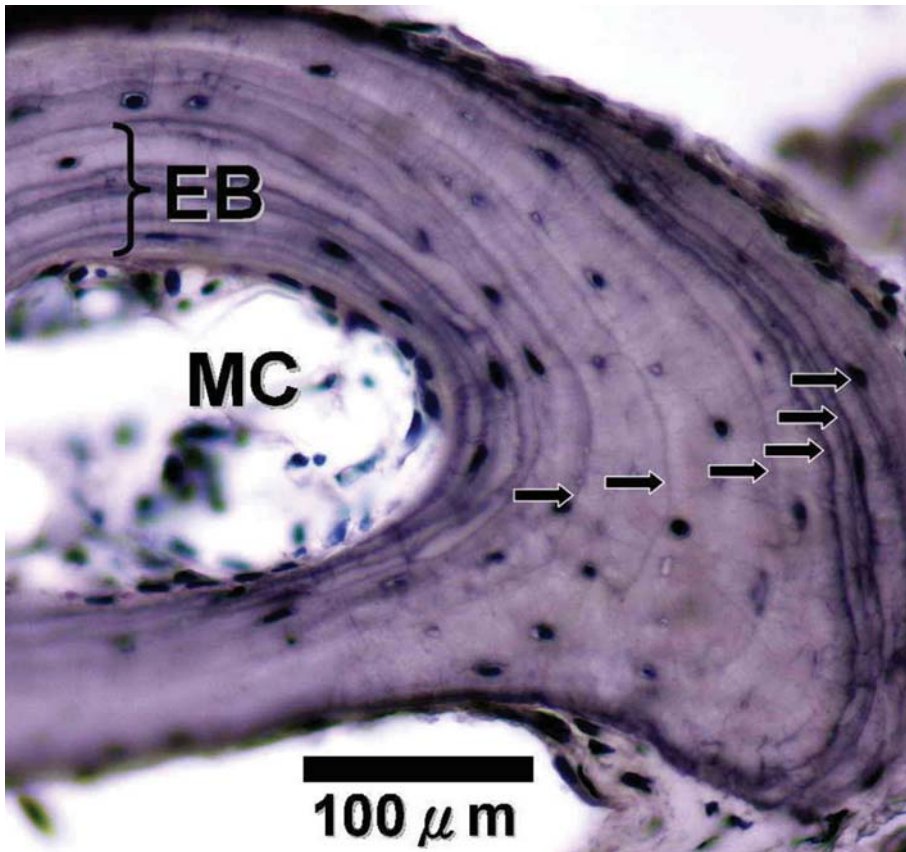


圖 1. 以蘇木紫染色的雄性斑腿樹蛙趾骨切片。水平箭頭表示成長停滯線；MC代表髓腔；EB代表內骨骼。

Fig. 1. A phalangeal cross-section of male *P. megacephalus* (horizontal arrows, lines of arrested growth; MC, marrow cavity; EB, endosteal bone).

表 3. 不同性別之斑腿樹蛙的年齡結構與其體型大小

Table 3. Sexual differences in age structures and body sizes of *P. megacephalus*

Individuals	Snout-vent length (cm)	Body weight (g)	Age (year)	Sex
# 1	5.0	7.5	4	♂
# 2	4.5	5.5	3	♂
# 3	5.5	8.0	5	♂
# 4	5.2	15.8	4	♂
# 5	5.1	11.2	6	♂
# 6	4.9	10.6	4	♂
# 7	8.0	39.0	7	♀
# 8	6.8	26.2	7	♀



圖 2. 斑腿樹蛙體型及體色二型性。

Fig. 2. Sexual dimorphism in size and coloration of *P. megacephalus*.

的圈養中發現，斑腿樹蛙在食物充足的情況下，每隻雌蛙平均產卵頻度可達 5 次，並在產後約 30 天左右即可補充成熟的卵粒並再次進行生殖。相較於 5 種台灣樹蛙科動物繁殖期間產卵現象的研究結果 (表 4)，台灣樹蛙科動物 1 年內的產卵次數約 1-5 次，其間隔約 30-109 天，產卵數約 76-639 個卵 (張 1989；Ueda 1986；莊 1988；陳 1992；溫 2001)。其中斑腿樹蛙的平均產卵間隔最短，但產卵次數與卵泡中的卵粒數目卻最多。在這些比較的研究中，Ueda (1986) 的報告與本研究是在實驗室中進行，而其他的研究則來自野外的調查，由於野外的調查頻度無法如圈養狀況下每天觀察，其結果可能會低估物種的生殖次數 (或高估其產卵間隔)。因此本次的觀察僅代表著在給予充足的食物下，斑腿樹蛙所具備的生育力潛能。至於存活力方面，我們比較了斑腿樹蛙卵的孵化率與蝌蚪的變態率，實驗室發現卵的孵化率

高達 92%，而各卵泡間的孵化率變異係數僅 4%，顯示各卵泡的孵化過程均能順利將蛙卵大量地轉變為蝌蚪。在蝌蚪的變態率方面，雖然蝌蚪的平均變態率僅 3.3%，但由於該蛙卵數多，孵化率高，因此雖然變態率較低，但最後每窩卵泡變態為小蛙的平均數目也約有 20 隻。此外由於各批蝌蚪間的變態率 CV 達 120%，若能找出影響蝌蚪成功變態的因素，將可提高該物種的存活力。另由趾骨切片得知 2 隻雌性斑腿樹蛙已達 7 歲，且尚具有生殖能力，此存活力的表現因其較長的壽命可能對於族群數量會有較持續性的貢獻。

位於熱帶或亞熱帶的無尾目兩棲類其生殖週期通常較長且連續，野外或圈養的個體均有多次產卵的現象 (Duellman and Trueb 1994)。該生殖策略與物種本身的特質或環境間的交互作用有關 (Begon *et al.* 1990)。一般而言，雌蛙卵成熟所需要的能量，主要由產卵前體內所儲

存的脂肪體或後續的攝食所供應(Wells 1976)。雌蛙的營養狀態直接影響到其卵的形成(Holland and Dumont 1975)與卵的數量多寡(Duellman and Trueb 1994)；由於斑腿樹蛙雌蛙體型較雄蛙大，其發育過程中需要吸收更多的能量，以提供成長或生殖所需。由於本研究提供了充足的食物，使得該 2 隻雌蛙與 3 隻雄蛙有能力在繁殖期間接續產出 10 堆卵泡。在產卵的時機上，雖然我們沒有測量所有環境因子，但觀察

發現斑腿樹蛙產卵的行為多發生在雨後。具有多次生殖的物種，通常會保持體內有充足的卵粒，以待環境適合時，馬上進行生殖活動(Begon *et al.* 1990)。研究顯示斑腿樹蛙卵巢中卵子的成熟並不同步，推測 1 年中應有多次產卵的潛能(蔡 1979)。因此，充足的食物補充，配合潮濕且雨後的積水環境，可能是本研究之斑腿樹蛙能有多次生殖的重要原因。

表 4. 台灣 5 種樹蛙的生殖次數、產卵間隔與其窩卵數之比較，括弧內為樣本數

Table 4. A comparison of egg deposition frequencies, deposition intervals, and clutch sizes of five tree frogs of Taiwan (sample sizes in parentheses)

Species	Clutch deposition frequencies	Clutch deposition intervals	Clutch sizes	References
	number per year	days	eggs	
<i>Polypedates megacephalus</i>	5 (2)	30 (8)	639 (10)	This study
<i>Polypedates</i> sp.*	2 (16), 3 (2)	32 (20)	349 (25)	張 1989
<i>Kurixalus eiffingeri</i>	1 (1), 2 (1), 3 (1), 5 (4)	60 (5)	76 (28)	Ueda 1986 ; 莊 1988
<i>Rhacophorus prasinatus</i>	2 (4), 3 (1)	95 (6)	419 (49)	陳 1992
<i>Rhacophorus moltrechti</i>	1 (most cases), 2 (1)	109 (1)	175 (45)	溫 2001

* Previously designated as *Polypedates megacephalus* (see 張 2008)。

許多研究顯示窩卵數與雌蛙的體型呈現正相關，但與雄蛙體型較無關(Gunzburger 2005)；在同一生殖模式下，兩棲類的體型與其卵數呈現正相關(Duellman and Trueb 1994)。因此我們重新整理並計算 9 種台灣產樹蛙雌雄 SSD 指數與其窩卵數的關係(表 5)，結果發現本研究之斑腿樹蛙 SSD 指數與其窩卵數均較其他樹蛙較高，顯示雌性斑腿樹蛙體型比雄蛙大很多，且雌蛙體內具有比其他樹蛙更多的卵粒。台灣產樹蛙的 SSD 指數與其窩卵數間呈顯著性的正相關($r = 0.76$, $df = 8$, $p = 0.0166$)，表示台灣的樹蛙雌雄體型差異越大者，其所產的卵數也較多。但由於本研究之斑腿樹蛙雌蛙樣本僅 2 隻，有待未來增加更多的樣本數以提高

此相關性的證據力。

馬祖地區由於地幅小、地勢落差大，雨水容易流失，少有天然的水池或溪流，故當地居民建築了許多零散的小水庫或蓄水池以儲水，再加上因軍事用途所挖掘的積水溝渠或設施，提供了許多兩棲類活動及繁殖的場所，但由於地處戰地前線，人口出入控管嚴格，管制禁入區域也多，不易深入進行生態調查與研究，因此我們將斑腿樹蛙攜回圈養觀察，建立圈養狀況下的生活史基本資料，以利將來進一步研究或保育活動時之參考。由於本研究的取材來自當地少數斑腿樹蛙的成體，尚未在野外發現其卵泡或蝌蚪，因此該樹蛙野外生活史應是未來需加強的研究方向。

表 5. 台灣的樹蛙體型二型性指數與其窩卵數間的關係

Table 5. Sexual size dimorphism and egg clutch sizes of the tree frogs of Taiwan (sample sizes in parentheses)

Species	♂ SVL	♀ SVL	SSD	Clutch sizes	References
	cm	cm	index	eggs	
<i>Polypedates megacephalus</i>	5.0	7.4	0.32	639 (10)	This study
<i>Rhacophorus arvalis</i>	4.4	6.3	0.30	376 (8)	林 1999
<i>Kurixalus idiootocus</i>	3.1	4.2	0.26	179 (26)	張 1989
<i>Rhacophorus prasinatus</i>	5.6	7.2	0.22	419 (49)	陳 1992
<i>Polypedates</i> sp.*	5.5	7.0	0.21	349 (25)	張 1989
<i>Rhacophorus taipeianus</i>	4.1	5.0	0.18	350 (21)	楊 1987
<i>Rhacophorus moltrechti</i>	4.5	5.3	0.15	175 (45)	溫 2001
<i>Rhacophorus aurantiventris</i>	5.6	6.6	0.15	22 (52)	李 2002
<i>Kurixalus eiffingeri</i>	3.3	3.6	0.08	76 (28)	Ueda 1986 ; 莊 1988

* Previously designated as *Polypedates megacephalus* (張 2008)。

引用文獻

- 李文傑。2002。橙腹樹蛙生殖行為及生態學之研究。國立台灣師範大學生物研究所碩士論文。
- 林春富。1999。諸羅樹蛙之生態學及繁殖行為研究。特有生物保育研討會。特有生物研究保育中心。
- 莊國碩。1988。艾氏樹蛙生殖生物學之研究。國立台灣師範大學生物研究所碩士論文。
- 張天祐。2008。台灣區內白額樹蛙複合種群 (*Polypedates leucomystax* species complex) 族群遺傳結構與分類地位之探討。國立台灣師範大學生命科學研究所碩士論文。
- 張淑美。1989。白額樹蛙生殖行為之研究。國立台灣大學動物研究所碩士論文。
- 張耀文。1989。面天樹蛙生殖行為之研究。國立台灣大學動物研究所碩士論文。
- 陳賜隆。1992。翡翠樹蛙 (*Rhacophorus smaragdinus*) 生殖行為及生態學之研究。國立台灣師範大學生物學系碩士論文。
- 楊懿如。1987。台北樹蛙生殖行為之研究。國立台灣大學動物研究所碩士論文。
- 溫華霞。2001。太魯閣國家公園布洛灣地區莫氏樹蛙 (*Rhacophorus moltrechti*) 生殖生態學研究。國立東華大學自然資源管理研究所碩士論文。
- 蔡明章。1979。32 種福建兩棲類繁殖習性的觀察。福建師大學報(自然科學版) 1: 71-75。
- 蔡雅芬。2002。古氏赤蛙體型性別二型性之研究。私立東海大學生物系碩士論文。
- Begon, M., J. L. Haper and C. R. Townsend. 1990. Ecology: Individuals, populations and communities. Blackwell Scientific Publications, London.
- Duellman, W. E. and L. Trueb. 1994. Biology of amphibians. The Johns Hopkins University Press. Maryland.
- Gibbons, J. W. and J. E. Lovich. 1990. Sexual dimorphism in turtles with emphasis on the slider turtle (*Trachemys scripta*). Herpetological Monographs 4: 1-29.
- Gosner, K. L. 1960. A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on

- identification. *Herpetologica* 18: 183-190.
- Gunzburger, M. S. 2005. Reproductive ecology of the green treefrog (*Hyla cinerea*) in North-western Florida. *American Midland Naturalist* 155: 321-328.
- Holland, C. A. and J. N. Dumont. 1975. Oogenesis in *Xenopus laevis* (Daudin). IV. Effects of gonadotropin, estrogen and starvation on endocytosis in developing oocytes. *Cell and Tissue Research* 162: 177-184.
- Seymour, R. S. and J. P. Loveridge. 1994. Embryonic and larval respiration in the arboreal foam nests of the African frog *Chiromantis xerampelina*. *Journal of Experimental Biology* 197: 31-46.
- Ueda, H. 1986. Reproduction of *Chirixalus eiffingeri* (Boettger). *Scientific Reports of Laboratory of Amphibian Biology, Hiroshima University* 8: 109-116.
- Wells, K. D. 1976. Multiple egg clutches in the green frog (*Rana clamitans*). *Herpetologica* 32(1): 85-87.
- Williams, G. C. 1966. *Adaptation and natural selection*. Princeton University Press. New Jersey.