

91 年 7 月

台灣葉鼻蝠(*Hipposideros terasensis*)幼蝠 之成長發育

陳家鴻* 林良恭*

摘 要

對棲息於南投縣中寮鄉一廢棄隧道(120° 44'E, 23° 55'N)內之台灣葉鼻蝠(*Hipposideros armiger*)進行幼蝠出生後成長發育之研究,於 1997 年 5 月 15 日觀察到幼蝠出生,初生幼蝠前臂長為 41.3 ± 2.9 mm,體重為 16.3 ± 1.4 g,分別佔產後母蝠的 45% 與 28%,幼蝠的腹毛於出生後 7.7 ± 2.6 天後長出, 7.8 ± 2.7 天後耳殼豎立,犬齒於 10.7 ± 2.1 天後長出,眼睛於出生 16.7 ± 3.7 天後張開。經由對上標幼蝠前臂長、體重與第 4 指指骨與掌骨間軟骨帶之持續測量得知,幼蝠成長至第 5 週大時,前臂長與體重已達成體之 99% 與 72%。並由前臂長與軟骨帶的成長資料,得到估算幼蝠年齡的方程式,當前臂長 81.7 mm 時,使用出生後至第 19 天前臂長成長公式:出生天數 = $0.42(\text{前臂長}) - 16.19$;當前臂長 > 81.7 mm 時,則使用出生後第 14 天至第 60 天軟骨帶成長方程式:出生天數 = $- 8.46(\text{軟骨帶長度}) + 75.52$ 。將上述兩個方程式合併使用,可以估算台灣葉鼻蝠出生後第 1 天至第 60 天之間的年齡。

關鍵詞：幼蝠成長、發育、前臂長、產後母蝠、指骨與掌骨間軟骨帶。

一、前 言

不同種類的蝙蝠其出生時體型大小與出生後幼體的成長與發育(post-natal growth and development)之研究為探討蝙蝠動物生活史特性的一項重要課題(Kunz and Robson, 1995)。但大部分蝙蝠動物之新生個體在出生至斷奶的這段期間內是極難獲得的(Kunz, 1987),因此許多蝙蝠之出生後成長發育的研究是以飼養之個體為主(Boyd and Myhill, 1987; de Fanis and Jones, 1995),而且大多數都侷限在蝙蝠科(Vespertilionidae)種類(Burnett and Kunz, 1982; Funakoshi, 1986; Isaac and Marimuthu, 1996; Kleiman, 1969; Morii, 1980)。這些研究的結果並不能完全代表野生族群實際的狀況,而且所飼養的動物在無限制食物供給的狀況下可能會

顯現最大的成長速率。

台灣葉鼻蝠 (*Hipposideros terasensis*) 屬於葉鼻蝠科(Hipposideridae), 為台灣地區食蟲性蝙蝠類體型最大種, 成體的體重約 55 公克, 前臂長約 9 公分; 本種普遍分佈於全台海拔一千公尺以下的區域, 為典型穴居性的蝙蝠, 其棲所包括有天然洞穴、廢棄坑道、碉堡與隧道等; 每一棲所群集數量約數百隻至千隻不等, 入洞進行觀察較易(林等, 1997)。本研究的目的即了解台灣葉鼻蝠的初生幼蝠成長發育變化與年齡判定, 並比較台灣葉鼻蝠成長發育之特徵

二、研究地點

本研究地點屬於前台糖小火車之隧道, 位於南投縣中寮鄉永福村之平林溪畔(120°44'E, 23°55'N), 八七水災時毀壞廢棄, 其後始有蝙蝠棲息其中。此隧道寬、高約 3 公尺, 長約 60 公尺, 中間崩塌形成兩個單一開口朝東、朝北之洞穴, 底部長年積水。本實驗乃於朝北開口之洞穴進行, 在此洞穴內主要棲息的蝙蝠種類以台灣葉鼻蝠為主, 另外尚有在夜間活動時從他處飛來之台灣鼠耳蝠、摺翅蝠及棕蝠之記錄, 惟數量均不多。隧道的另一朝東之開口積水甚深, 人員無法直接進入, 在洞口觀察其傍晚飛出時, 估算約有數千隻個體, 以台灣葉鼻蝠與摺翅蝠為主。實驗地附近多為開墾地, 種有龍眼、檳榔、芒果及香蕉等作物。

三、研究方法

自 1997 年 5 月中旬幼蝠出生開始至同年 7 月中旬, 每星期至實驗地 1 至 2 次, 待傍晚母蝠全部外出覓食之際, 對留在洞穴內之幼蝠以自製鉛環進行標記, 以電子秤(Tanita, model: 1476N)測量其體重、以游標尺(Mitutoyo Co., model: CD-6"BS)測量前臂長及第 4 指之指骨與掌骨間軟骨帶長度並記錄外部型態之變化, 包括眼睛是否張開、耳殼是否豎立、牙齒之有無以及體表顏色、毛髮覆蓋情形, 並將臍帶尚未脫落的幼蝠假設年齡為第 1 天之個體(Kunz, 1974)。上述工作完後, 將幼蝠放回原處, 第 1 隻母蝠(成蝠)回巢後(約 1 個小時左右)即停止測量工作並迅速離開該洞穴, 避免造成過度干擾。並於 5 月 19 日傍晚蝙蝠離巢時, 在洞口以掃網隨機捕捉 6 隻剛生產過之母蝠, 測量其前臂長及體重作為幼蝠成長時之指標(Kunz and Robson, 1995)後隨即釋放。

於 5 月 19、22、24、28 日，以自製上色鋁環共標記了 41 隻幼蝠（雄左，雌右），其中雄性 20 隻，雌性 21 隻，僅對其中已知為第一天日齡之個體（雄 13 隻，雌 12 隻）之成長與發育持續追蹤到 8 月 20 日止。起初，作為標記的翼環為自製的上色鋁環，待幼蝠長至約 2 週大時，隨即將鋁環以訂購自加拿大（Pro-Touch Co.）之塑膠號碼色環替換，並從陸續的捕捉測量時檢視幼蝠得知因為翼環稍大，會因翼的活動而容易前後滑動。實驗期間只觀察到 2 隻個體因為翼環造成局部翼膜受損的現象，但並不影響飛行能力。

幼蝠前臂長與第 4 指指骨與掌骨間軟骨帶長度之成長公式中直線回歸的部份，曾作為許多蝙蝠種類的年齡估算之用（Kunz and Robson, 1995），本研究亦採用此法來建立台灣葉鼻蝠的年齡估算公式。另外，以 t-Test 檢定比較初生幼蝠性別間形態之差異。

四、結 果

4.1 生產日期

1997 年 5 月中旬，台灣葉鼻蝠進入生殖哺育期，於 5 月 15 日傍晚成蝠全部外出覓食後進入該洞穴觀察，發現已有兩隻幼蝠出現，另外在地面上亦有兩隻死亡幼蝠，其中一隻還連帶有胎盤，推測應為當日所出生之個體。

從 5 月 19 日觀察到 23 隻幼蝠後，5 月 28 日增加為 50 隻，直到 6 月 17 日記錄到的 145 隻為該洞穴幼蝠的最大數量。6 月 21 日起，因有些已具飛行能力的幼蝠受干擾後會飛離洞穴，所以無法正確估算洞內幼蝠的數量。

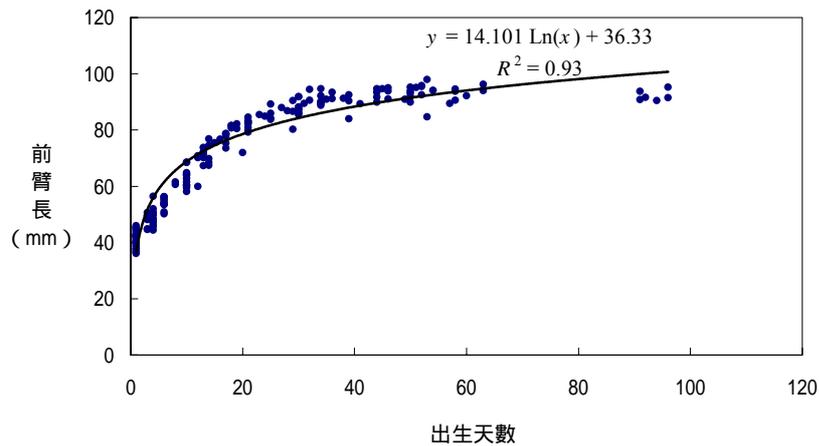
4.2 初生幼蝠之體重、前臂長及雌雄差異

5 月 19 日於實驗地攜回一懷孕母蝠，隔日產下一仔，其前臂長為 38.62 mm，體重為 14.6 g。檢視 25 隻初生幼蝠（雌 13 隻；雄 12 隻），其前臂長平均為 41.3 ± 2.9 mm，佔產後母蝠的 45%（產後母蝠為 92.4 ± 1.9 mm, $N = 6$ ）；體重為 16.3 ± 1.4 g，佔產後母蝠的 28%（產後母蝠為 58.1 ± 3.2 g, $N = 6$ ）。初生幼蝠雌雄性別間並無明顯差異，初生幼蝠雄、雌蝠之前臂長分別為 41.87 ± 10.53 mm ($N = 12$) 與 40.77 ± 6.22 mm ($N = 13$)，體重分別為 16.65 ± 1.85 g ($N = 12$) 與 15.91 ± 1.85 g ($N = 13$)，兩者性別間並無明顯差異（前臂長： $t = 0.95$, $p > 0.05$ ；體重： $t = 1.36$, $p > 0.05$ ）。

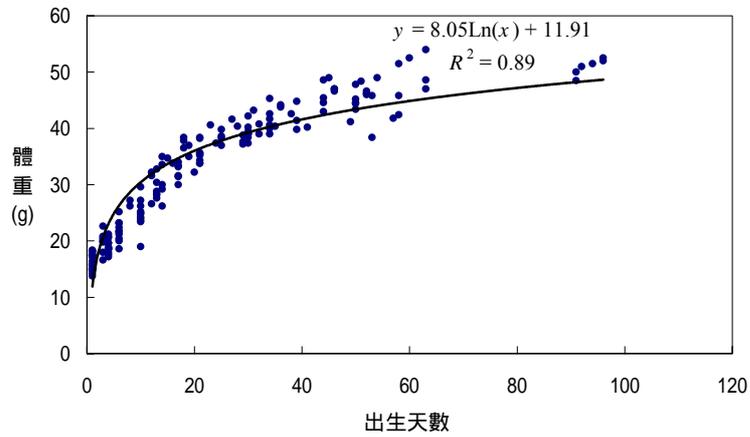
4.3 幼蝠成長速率

幼蝠前臂長、體重及第 4 指指骨與掌骨間軟骨帶長度的成長變化情形如圖一、二與三所示。前臂長在出生後的前兩週呈線性成長，隨後成長速率漸緩；體重的成長情形較前臂長緩慢但相似，而軟骨帶長度則是先增加，第 2 週後再慢慢變小。

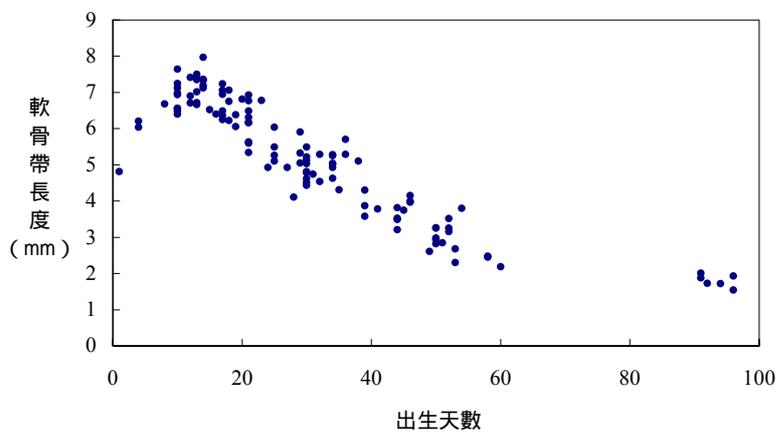
幼蝠成長至第 5 週大時，前臂長為 90.8 ± 2.2 mm (N = 6)，以達產後母蝠的 99%；體重為 41.5 ± 2.2 g (N = 6)，佔產後母蝠的 72% (表一)。幼蝠前臂的成長速率第 1 週約為 2.46 mm/day，第 3 週降為 1.45 mm/day，到了第 5 週更降為約 0.72 mm/day。體重的成長速率第 1 週約為 0.9 g/day，第 3 週降為 0.72 g/day，到了第 5 週約降為 0.65 g/day (表二)。



圖一：台灣葉鼻蝠 (*Hipposideros terasensis*) 幼蝠之出生天數與前臂長之關係



圖二：台灣葉鼻蝠 (*Hipposideros terasensis*) 幼蝠之出生天數與體重之關係



圖三：台灣葉鼻蝠 (*Hipposideros terasensis*) 幼蝠之第 4 指指骨與掌骨間軟骨帶長度與出生天數之關係

表一： 四種蝙蝠成長百分比之比較

	印度小家蝠 (<i>Pipistrellus mimus</i>)		渡瀨氏鼠耳蝠 (<i>Myotis formosus</i>)		墨西哥游離尾蝠 (<i>Tadarida brasiliensis mexicana</i>)		台灣葉鼻蝠 (<i>Hipposideros terasensis</i>)	
	前臂長	體重	前臂長	體重	前臂長	體重	前臂長	體重
新生個體	28%	17%	43%	24%	42%	25%	45%	28%
第一週	46%	40%	62%	35%	--	--	58%	36%
第三週	83%	74%	87%	63%	85%	80%	89%	62%
第五週	96%	92%	--	--	100%	89%	99%	72%
成體	28mm	3.5g	50.1mm	15.4g	--	--	92.4mm	58.1g
參考文獻	Isaac and Marimuthu, 1996		沈慧萍, 1996		Kunz and Roboson, 1995		本研究	

表二： 台灣葉鼻蝠幼蝠之成長速率

	前臂長 (mm/day)	體重 (g/day)
第一週	2.46	0.90
第三週	1.45	0.72
第五週	0.72	0.65

4.4 發育 (外部形態變化)

在捕捉標放期間，將第一次上環時，還留有臍帶之個體當作年齡第 1 天大之幼蝠 (Kunz, 1974)，檢視幼蝠的外部形態得知幼蝠出生時為粉紅色、體表無任何毛髮覆蓋、眼睛尚未張開、耳殼折疊彎曲且無牙，但後足之爪已發育完全，可直接吊掛於壁上。觀察結果為：幼蝠的眼睛在 13.6 ± 2.5 天後半開 (N=5)， 16.7 ± 3.7 天後全開 (N=6)， 7.8 ± 2.7 天後耳殼豎立 (N=8)， 10.7 ± 2.1 天後犬齒長出 (N=8)。幼蝠毛髮長出後，其毛色為黑色，可以明顯的和成體的棕褐色做區分。

在 6 月 8 日實驗進行時，已有少數個體會做短距離飛行來移動位置，6 月 21 日之後，亦觀察到有些受干擾會飛出洞外的個體。

4.5 年齡的估算

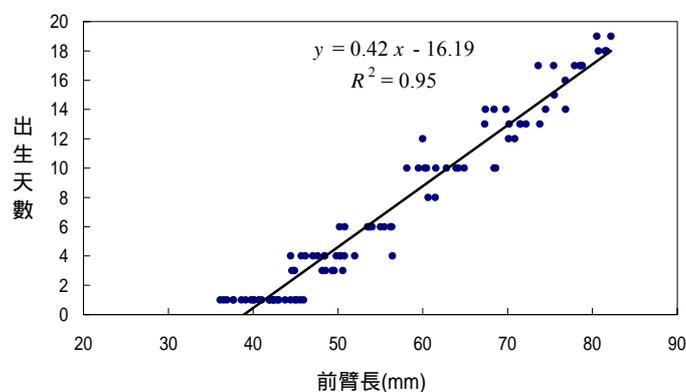
為了從前臂及軟骨帶的成長變化得到估算年齡的回歸方程式，所以將幼蝠成長分為兩部份，其中線性回歸部份可用來作為年齡估算用途 (Kunz and Robson, 1995)。幼蝠前臂長在出生後至第 19 天呈線性成長 (圖四)，所以在前臂長小於等於 81.7mm 時，年齡可以方程式 (1) 來估算：

$$\text{年齡 (天)} = 0.42 \times \text{前臂長} - 16.19 \quad R^2 = 0.95 \quad (1)$$

當前臂長超過 81.7mm 時，則改用出生後第 14 天至第 60 天的軟骨帶成長 (圖五) 之線性方程式 (2) 來估算年齡：

$$\text{年齡 (天)} = -8.46 \times \text{軟骨帶長} + 75.52 \quad R^2 = 0.89 \quad (2)$$

將方程式 (1) 與 (2) 合併使用，即可由前臂長或軟骨帶的成長變化估算出台灣葉鼻蝠從出生第 1 天至第 60 天的年齡。



五、討 論

5.1 幼蝠成長與發育

台灣葉鼻蝠初生幼蝠的體重約佔母蝠的 28 %，與大部份翼手目的 20 % ~30 % (Altringham, 1996) 相似，母蝠每胎產一仔，從子代之體型佔成體的比例較其他哺乳動物的 5 % ~10 % (Altringham, 1996) 來的大，應歸類為早熟型 (precocial) 的動物 (Kunz and Roboson, 1995)，然而，若從幼蝠前臂的發育與運動功能及初生幼蝠體毛稀疏，眼睛無法於出生後不久張開 (Kunz and Roboson, 1995) 等方面來看，應歸類為晚熟型 (altricial) 的動物。

台灣葉鼻蝠幼蝠出生後之發育中，眼睛張開的時間與非洲的大葉鼻蝠 (*Hipposideros commersoni*) 及安哥拉大葉鼻蝠 (*H. gigas*) 的兩週半與兩週 (McWilliam, 1982) 相似。幼蝠在出生後 3 週，前臂長已長至成體的 89 %，而且已有個體會做簡單的飛行。在開始飛行之前，幼蝠只需長到成體骨骼的 90 % ~95 % 大小 (成體體重的 70 % 左右)，其翼已長至成體大小，而這可能只需要 2 至 3 週的時間即可達成 (Kunz, 1987)。出生後快速的成長，這將使幼蝠盡可能的及早飛行，有足夠的時間學習有效率的覓食，而且在進入冬眠前能夠儲存足夠的脂肪 (Kunz and Anthony, 1982)。

於 6 月下旬後，因為有些具飛行能力的幼蝠受干擾後會飛離洞穴，所以無法正確計算洞穴內幼蝠之數量與獲得更多的幼蝠資料。在幼蝠成長的研究中，最主要的限制因素是當這些已知年齡個體會飛行後之捕捉測量不易，極難再取得陸續的成長發育資料 (Kunz, 1987)。

分析出生後的成長對於預估成長速率是非常重要的，以標記再捕捉法所得到的資料為主，對自然族群中已知年齡的個體所估得的成長速率是最實際且最可信賴的。某些經由飼養所得到的成長曲線與在自然狀態下有顯著的不同 (Hughes et al, 1995 ; Kunz, 1987)。

台灣葉鼻蝠幼蝠之成長變化與其他種類蝙蝠相似，大致上是呈 S 型的成長曲線 (Burnett and Kunz, 1982 ; Kleiman, 1969 ; Kunz and Anthony, 1982 ; Kunz and Roboson, 1995 ; O'Farrell and Studier, 1973 ; Tuttle and Stevenson, 1982)。與蝙蝠科中之 *Pipistrellus mimus* (Isaac and Marimuthu, 1996)、*Myotis formosus* (沈, 1996) 及皺鼻蝠科之 *Tadarida brasiliensis mexicana* (Kunz and Roboson, 1995) 比較 (表一)，在體重的成長百分比上，台灣葉鼻蝠較其他 3 個種類來的慢；在前臂長方面則相差不及體重之大。體重成長在前 3 週似乎體型愈小的種類，生長速率愈快，Kunz 與 Stern (1995) 發現在體型與成長速率間有極大的負相關，即愈大的

種類，生長速率愈慢。目前國內外有關葉鼻蝠科種類之研究大部份均著重在生殖或族群、食性上的研究（陳，1995；Churchill, 1995；McWilliam, 1982；Menzies, 1973），亦缺少以成長發育為主之詳細研究，故無法比較相近種類之成長情形。

5.2 年齡的估算

群聚的食蟲性蝙蝠不像許多活動範圍廣泛的哺乳動物一樣，他們是研究成長發育很理想的對象（Kunz, 1987）。幼蝠從出生到斷奶的期間，皆可在育幼的巢穴中獲得並且能夠成功的將其上標與再捕捉。大部份在對於自然狀態下之野外族群幼蝠出生後之成長發育的研究上，都假設初生個體還留有臍帶者為年齡第一天大之個體（Burnett and Kunz, 1982；Kunz, 1973；Kunz and Anthony, 1982），本研究亦採用之。另外，又因為前臂長與第4指指骨與掌骨間軟骨帶的長度可以容易且正確的持續測量，所以被用來作為年齡估算時之一個參數（Kunz, 1987）。而體重因為會隨著環境的變化情形、營養的攝取及能量的利用而有變動，所以不用來作為估算年齡之用。

許多研究顯示，前臂長的成長曲線呈非線性關係之前及第4指指骨與掌骨間軟骨帶開始變短後，可以用來估算幼蝠之年齡（Burnett and Kunz, 1982；Isaac and Marimuthu, 1996；Kunz, 1987；Kunz and Robson, 1995）。同樣的，藉由台灣葉鼻蝠幼蝠前臂長與軟骨帶的測量，在預估第1天至第60天的幼蝠年齡是值的採信的。

參考文獻

- [1] Altringham, J.D. (1996) Birth, development, and survival, in *Bats: biology and behaviour*, pp.140-154. (Altringham, J. D. ed.) Oxford University Press, New York.
- [2] Boyd, I.L., and Myhill, D.G. (1987) Variations in the post-natal growth of Pipistrelle bats (*Pipistrellus pipistrellus*), *Journal of Zoology* **213**, pp. 750-755.
- [3] Burnett, C.D., and Kunz, T.H. (1982) Growth rates and age estimation in *Eptesicus fuscus* and comparison with *Myotis lucifugus*. *Journal of Mammalogy* **63**, 33-41.
- [4] Churchill, S.K. (1995) Reproductive ecology of the orange horseshoe bat, *Rhinonycteris aurantius* (Chiroptera: Hipposideridae), a tropical cave-dweller. *Wildlife Research* **22**, 687-698.

- [5] de Fanis, E., and Jones, G. (1995) Post-natal growth, mother-infant interactions and development of vocalizations in the vespertilionid bat *Plecotus auritus*. *Journal of Zoology* 235, 85-97.
- [6] Funakoshi, K. (1986) Maternal care and postnatal development in the Japanese long-fingered bat, *Miniopterus schreibersii fuliginosus*. *Journal of Mammalogical Society of Japan* 11, 15-26.
- [7] Hughes, P.M., Rayner, J.M.V., and Jones, G. (1995) Ontogeny of 'true' flight and other aspects of growth in the bat *Pipistrellus pipistrellus*. *Journal of Zoology* 235, 291-318.
- [8] Isaac, S.S., and Marimuthu, G. (1996) Postnatal growth and age estimation in the Indian pygmy bat *Pipistrellus mimus*. *Journal of Mammalogy* 77, 199-204.
- [9] Kleiman, D.G. (1969) Maternal care, growth rate, and development in the Noctule (*Nyctalus noctula*), pipistrelle (*Pipistrellus pipistrellus*), and Serotine (*Eptesicus serotinus*) bats. *Journal of Zoology* 157, 187-211.
- [10] Kunz, T.H. (1974) Reproduction, growth, and mortality of the vespertilionid bat, *Eptesicus fuscus*, in Kansas. *Journal of Mammalogy* 55, 1-13.
- [11] Kunz, T.H. (1987) Post-natal growth and energetics of suckling bats. in *Recent advances in the study of bats*, pp. 395-430. (Fenton, M. B., Racey, P. and Rayner, J. M. V. eds.) Cambridge University Press, Cambridge.
- [12] Kunz, T.H., and Anthony, E.L.P. (1982) Age estimation and postnatal growth in the bat *Myotis lucifugus*. *Journal of Mammalogy* 63, 23-32.
- [13] Kunz, T.H., and Stern, A.A. (1995) Maternal investment and post-natal growth in bats. *Symposia of the Zoological Society of London* 67, 123-138.
- [14] Kunz, T.H., and Robson, S.K. (1995) Post-natal growth and development in the Mexican free-tailed bat (*Tadarida brasiliensis mexicana*): birth size, growth rates, and age estimation. *Journal of Mammalogy* 76, 769-783.
- [15] McWilliam, A.N. (1982) Adaptive responses to seasonality in four species of microchiroptera in coastal Kenya. PhD dissertation. The University of Aberdeen.
- [16] Menzies, J.I. (1973) A study of leaf-nosed bats, *Hipposideros caffer* and *Rhinolophus landeri*, in a cave in northern Nigeria. *Journal of Mammalogy* 54, 930-945.
- [17] Morii, R. (1980) Postnatal development of external character and behavior on young *Pipistrellus abramus*. *Journal of Mammalogical Society of Japan* 8, 117-121.
- [18] O'Farrel, M.J., and Studier, E.H. (1973) Reproduction, growth, and development in *Myotis*

thysanodes and *M. lucifugus* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Ecology* 54, 18-30.

- [19] Tuttle, M.D., and Stevenson, D. (1982) Growth and survival of bats. in *Ecology of bats*, pp.105-150, (Kunz, T. H., ed.) New York Plenum Press, New York.
- [20] 沈慧萍 (1996) 雲林地區渡瀨氏鼠耳蝠育幼群之活動與親子關係。台灣大學動物學研究所碩士論文。
- [21] 林良恭、李玲玲、鄭錫奇 (1997) 台灣的蝙蝠。國立自然科學博物館，台中。
- [22] 陳湘繁 (1995) 陽明山地區共域性台灣葉鼻蝠及台灣小蹄鼻蝠之活動模式與食性。台灣大學動物學研究所碩士論文。

Post-natal Growth and Development of Taiwan Leaf-nosed Bat *Hipposideros terasensis*

Liang-Kong Lin* Chia-Hong Chen*

Abstract

The post-natal growth and development of *Hipposideros terasensis* were investigated from mid-May of 1997. This maternity colony roosted in an abandoned tunnel in Chungliu, Nantou County (120°44'E, 23°55'N). Neonate forearm length (41.3 ± 2.9 mm) and body weight (16.3 ± 1.4 g), are 45 % and 28 % those of the postpartum females, respectively. No significant difference existed between newborn males and females. Ventral hair growth began at 7.7 ± 2.6 days, ears erected at 7.8 ± 2.7 days, canines erupted at 10.7 ± 2.1 days, and eyes opened at 16.7 ± 3.7 days. Forearm length, body weight and epiphyseal gaps of the fourth metacarpal-phalangeal joint were measured 2 or 3 times weekly. Forearm length and body weight reached 99 % and 72 % those of the postpartum females in the fifth week after parturition. Two equations can be used to estimate the age up to 60 days after birth based on forearm length and the total epiphyseal gap length. Using forearm length ≥ 81.7 mm, Age in days = $0.42(\text{forearm length}) - 16.19$, when forearm length is < 81.7 mm, the epiphyseal gap is used to calculate age, Age in days = $- 8.46(\text{gap length}) + 75.52$.

Keywords: Post-natal growth, development, forearm length, postpartum females, epiphyseal gap of metacarpal-phalangeal joint.

* Department of Biology, Tunghai University, Taichung 407, TAIWAN