

前 言

近幾十年來，全世界兩棲類的種類及數量正急遽地下降中，在東南亞地區主要是肇因於過度利用及棲地喪失 (Stuart *et al.*, 2004)。台北赤蛙原廣泛分佈在台灣北部低海拔草澤、池塘、梯田等污染較少之地，近年來因人為活動大量破壞其棲地，導致台北赤蛙分佈的區域一直在縮減 (呂等, 1999)。在 1994 年時，全台僅剩下台北縣、桃園縣、屏東縣等極少數地點還有台北赤蛙的族群 (周, 1994)；2003 年初，依台北市立動物園及本實驗室野外調查的資料，台北赤蛙的已知族群僅分佈於台北縣的三芝、石門，桃園縣的楊梅、龍潭，台南縣的官田、葫蘆埤及屏東縣的內埔、萬巒等地，且這些族群數量都不大，呈現不連續分佈小族群狀態。

當一個物種呈現不連續分佈小族群時，因其基因交流不順暢、成熟的個體數量少，易受環境或族群本身不可預測的災難 (Stochastic catastrophe) 影響而滅絕。由於在台灣的分佈區域局限、數量稀少，台北赤蛙已於民國 78 年被農委會列入保育類中的珍貴稀有野生動物。而在 2002 年“全球兩棲類動物物種現況評估—東亞地區研討會”中，考慮到在中國大陸南方及中南半島的台北赤蛙數量仍多，僅被收列在 NT (Near threatened) 的名單上。儘管台北赤蛙在台灣是珍貴稀有野生動物、在全世界是 NT species，但相關的研究卻非常少，僅有台北赤蛙在全台的分佈地點、食性、蛙鳴的特徵 (周, 1994)。其他諸如族群結構、基本生態資料、相關環境因子 (溫濕度、降雨量、水溫、pH 值、水深、共棲蛙種、植被狀況等) 均付之闕如。以目前人為活動劇增、棲地日漸減少的情況下，有必要儘快了解其生態及族群基本資料，以達物種保育之效。

在眾多的族群基本資料及物種保育資訊中，以年齡結構最為重要。由族群年齡結構可以推算其性成熟年齡、最長壽命、每個年齡層的存活率……等，對了解一個物種及其保育有很大的助益。在以往兩棲類的研究中，常以體長頻度配合再捕捉資料回推年齡，但是對某些物種而言，如果同一個年齡層的體長變化太大，就可能在不同年齡層間有嚴重重疊 (Ento and Matsui, 2002)；另外，如果性成熟之後的體長變化很少，不同年齡層間的差異有可能少於同年齡層內的差異

(Marnell, 1998 ; Lin and Hou, 2002)，都使得以體長頻度回推年齡的方法不可靠。

近年來，趾骨鑑齡法 (Skeletochronology) 已被大量應用在鑑定兩棲爬蟲類的年齡上 (蔡, 2002b)，且經證明適用於溫帶、亞熱帶及熱帶地區的兩棲爬蟲類。在溫帶地區，季節性的溫度變化是趾骨中成長停滯環 (Lines of arrested growth, LAG) 形成的原因 (Esteban *et al.*, 1996)。而在亞熱帶及熱帶地區，伴隨乾濕季交替，食物的豐寡會有變化，所以也有成長停滯環形成 (Guarino *et al.*, 1998 ; Kumbar and Pancharatna, 2001a, 2001b, 2004 ; Lin and Hou, 2002)。由於趾骨鑑齡法能夠精確地鑑定個體年齡，所以可應用到許多不同的領域，例如：化石種的分類 (Esteban *et al.*, 1998)、體型二型性的探討 (Marquez *et al.*, 1997 ; 蔡, 2002a ; Monnet and Cherry, 2002 ; Schäuble, 2004)、生活史的研究 (Eggert and Guyétant, 1999 ; Esteban *et al.*, 1999, 2004 ; Lima *et al.*, 2000 ; Marunouchi *et al.*, 2002 ; Tsiora and Kyriakopoulou-Sklavounou, 2002 ; Guarino *et al.*, 2003)、海拔分佈的比較 (Esteban and Sanchiz, 2002 ; Morrison *et al.*, 2004)。其中，生活史方面的基本資料，如：性比、存活率、性成熟年齡……等，可以進一步用來做物種滅絕風險的預測，提供物種保育參考之重要依據。

為評估瀕臨滅絕物種的生存機會，研究人員發展了多種的 PVA (Population Viability Analysis) 軟體用來預測瀕危物種的滅絕機率，但其可信度如何一直飽受爭議。Lindenmayer *et al.* (1995) 指出不同軟體各有適用物種上的限制：ALEX 不適用於兩性都有可能是限制因子的生物；RAMAS Space 不適用受災難影響很大的物種；VORTEX 則不適用於生殖力很高的物種。Brook *et al.* (2000a) 利用 GAPPS、INMAT、RAMAS Metapop、RAMAS Stage、VORTEX，分析了 21 種研究時間超過 10 年的物種，包含了魚類、爬蟲類、鳥類和哺乳類，結果顯示這些軟體對於預測物種未來的滅絕風險都相當可信，也適合經營管理者用來評估保育的策略。但是，INMAT 和 RAMAS 必須只考慮雌性的影響，才不會較 GAPPS、VORTEX 低估滅絕機率 (Brook *et al.*, 2000b)。Lindenmayer *et al.* (2003) 則認為適合用 PVA 軟體預測滅絕機率的物種要具有以下條件：單一封閉族群、棲地的環

境一致且有明顯的邊界、生活史及物種的交互作用在不同的棲地是一致的。而世界自然保育聯盟 (IUCN) 旗下的 CBSG (Conservation Breeding Specialist Group) 積極發展 PHVA (Population and Habitat Viability Assessment) 相關的軟體—VORTEX, 藉著輸入研究物種的基礎資料, 如: 存活率、性比、年齡分佈、窩卵數.....等, 可用來預測瀕危物種將來滅絕的機率, 並找出影響其存續的重要因子, 以便擬定適合的保育策略。由於 VORTEX 考慮的因子包含環境變動、族群及基因方面的資料, 發展得較其他軟體完備, 所以被廣泛應用於許多瀕危物種的研究, 到 2005 年 6 月為止, 共有鳥類 13 篇報告、兩棲爬蟲類 6 篇、哺乳類 47 篇、植物及無脊椎動物 3 篇 (<http://www.cbsg.org/index.scd>)。除了可以模擬瀕危物種的滅絕機率之外, VORTEX 也被應用於生物地理學 (Wilkinson and O'regan, 2003)、棲地破壞 (Lindenmayer and Lacy, 1995, 2002; Sommer *et al.*, 2002) 等議題的探究上。

本研究利用標記-再捕捉法及環境因子的資料, 試著了解台北赤蛙的族群變動, 另外也藉由趾骨鑑齡法建立台北赤蛙的年齡結構, 以此為基礎推算出相關資料, 如: 性成熟年齡、存活率.....等。再利用目前廣為使用的 VORTEX 去預測台北赤蛙滅絕的風險, 試著找出影響其族群存續的重要因子, 以便將來制定合適的保育策略。