

瀕危物種豎琴蛙 移地復育規劃

文圖 | 林春富

(特有生物研究保育中心副研究員／通訊作者)

蔡雅芬

(特有生物研究保育中心助理研究員)

陳運萱

(特有生物研究保育中心計畫助理)

當瀕危物種族群分布少到僅有數個族群，或僅分布在1、2個侷限的地點時，就有可能因為一時的突發狀況而產生極大的威脅，甚至有陷入滅絕的困境。考量物種的重新引入（Reintroduction）或引入異地（Translocation）行動，是拯救瀕危物種保育行動中的一種選項。本文以瀕危物種豎琴蛙為範例，由物種的分布現況與生態特性說明為何該物種亟需進行移地復育的行動，藉由事先研擬出妥善的流程，達成現存各族群遺傳多樣性的維護工作。

瀕危物種豎琴蛙的 分布與保育現況

豎琴蛙（*Nidirana okinavana*）目前僅分布於臺灣南投縣魚池鄉，以及日本八重山群島（Yaeyama Islands）的西表島（Iriomote）與石垣島（Ishigaki）（Frost, 2020）。臺灣最早發現豎琴蛙的紀錄是在1994年，由周文豪先生（時任國立自然科學博物館研究員）在林業試驗所的蓮華池分所（現已改制為蓮華池研究中心）發現並記錄。據任職於蓮華池研究中心的員工表示，過去該中心附近的量水堰也曾有豎琴蛙的鳴聲紀錄，



豎琴蛙成體

不過近幾年已不再聽聞。而2005年任職於特有生物研究保育中心（以下簡稱特生中心）的蔡雅芬小姐與筆者於日月潭附近調查時亦發現另一個豎琴蛙族群，該地區土地隸由林務局南投林區管理處埔里工作站管理，依後續筆者進行豎琴蛙的長期監測顯示，該區族群尚稱穩定。

在臺灣，豎琴蛙族群被特生中心與林務局共同出版的《2017臺灣兩棲類紅皮書名錄》評估為極危(Critical Endangered, CR)等級（林春富等，2017）。在日本，豎琴蛙族群被日本環境部列為絕滅危懼II類物種，也就是易危物種(Vulnerable

Species, VU)。綜合臺灣與日本的族群來看，豎琴蛙被IUCN (International Union for Conservation of Nature) 列為全球兩棲類動物的瀕危物種(Endangered Species, EN)。臺灣依「野生動物保育法」將豎琴蛙公告為「珍貴稀有保育類野生動物」；日本石垣市也依「石垣市自然環境保護條例」將島上的豎琴蛙列為保護的物種，未經准許嚴格禁止干擾與任意採集。

豎琴蛙面臨的威脅

本島由於過往山林過度開發，造成野生動物棲地的破壞日趨嚴重，導致兩棲類族



群數量快速地下降，特生中心自1992年起，以每年1至2個縣市的調查速度，由南到北，由西到東，進行了全面性的野生動物資源普查工作。調查的結果顯示，豎琴蛙目前僅分布於南投縣魚池鄉，現有豎琴蛙族群棲地總面積太小，是豎琴蛙無法承受威脅的重要原因。特生中心依豎琴蛙的出現地點，配合池塘、溪澗及山谷等地形地勢，概略計算出日月潭族群的活動範圍為13,800平方公尺；而蓮華池研究中心豎琴蛙的活動範圍約665平方公尺，總計豎琴蛙在臺灣的分布面積約為14,665平方公尺。由於兩族群均分布於南投縣魚池鄉，同屬一個地點（Location），故易受同一威脅事件影響，一旦因為氣候、其他意外事件，或是無法阻擋的開發案等，導致原棲地消失的話，就會產生極高的滅絕風險；再加上蓮華池研究中心鄰近地區可

利用棲地逐漸減少，所以該物種在「臺灣兩棲類紅皮書名錄」被評估為極危等級，意味著野生種族群面臨絕滅的機率非常高，亟需要以豎琴蛙的角度去思考未來經營管理的策略。

由於豎琴蛙築泥窩繁殖的生殖特性，對於棲地品質的需求極高（Kuramoto, 1985），再加上族群活動範圍侷限，兩族群間嚴重隔離，不容易有交流的機會。蓮華池研究中心的豎琴蛙族群，在生殖季期間的成熟個體總數約60—90隻；日月潭地區族群數量雖然較大，不過整體而言，兩地的成熟個體總量粗估也只有300—700隻之間。長期來看，隔離的兩小族群，是否會產生生態學上如近交衰退（Inbreeding Depression）等負面效應，是必須特別關注的問題。



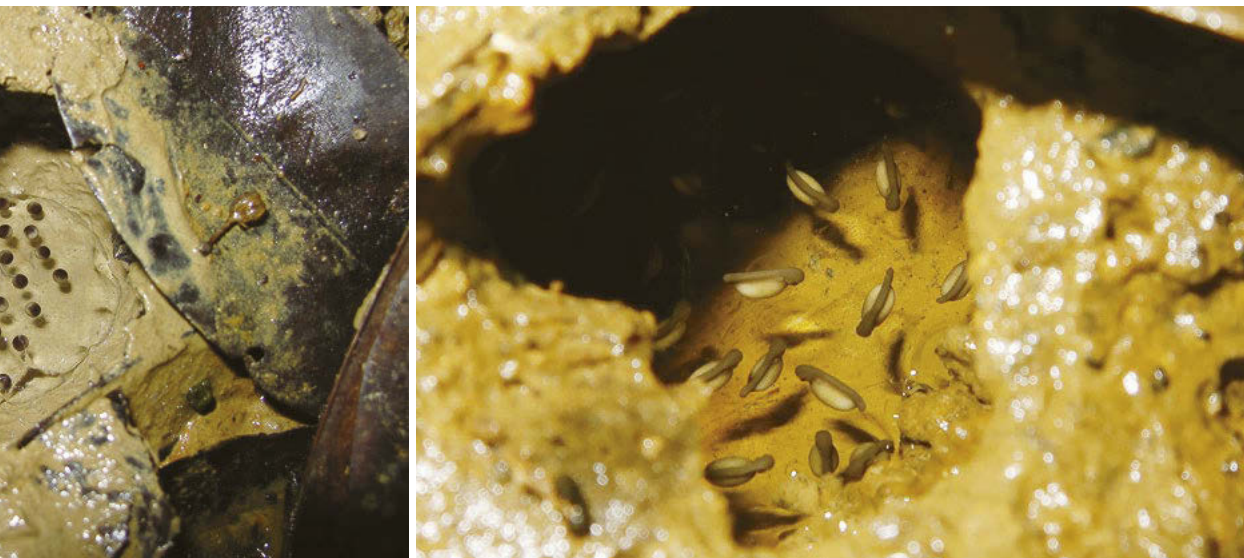
① | ② | ③ ① 雄性豎琴蛙挖洞築巢 ② 豎琴蛙卵粒 ③ 泥窩中的豎琴蛙胚胎

過去豎琴蛙也曾面臨過一些開發案的潛在威脅或水源改變等問題。以日月潭族群為例，過去許多開發建設案，如2011—2016年間日月潭畔的旅館BOT案及纜車興建案，地點均位於豎琴蛙樣區附近，雖然後來因為環保與水資源問題而暫停，因此棲地的開發利用，值得持續監測與關心。另以蓮華池的族群為例，位於魚池鄉五城社區的蓮華池研究中心周遭，近年來陸續有許多民宿或休閒露營區的興建，據蓮華池研究中心前主任許原瑞表示：「以前苗圃旁有一口井，旁邊會自然滲水，近年來棲地水源變少，興建露營區的影響可能很大，營地開發須抽水、引水，使得鄰近地區的地下水或伏流水變少，糞便等排泄物也可能污染了鄰近的水源。」因此開發導致水源短缺的現象，也值得密切關注。

現有棲地目前也存在一些人類活動干擾的問題。在臺灣，許多生態研究熱點，因為有大批人員的進出，無意間可能破壞了當地生物的棲息與生殖場所。對豎琴蛙而言，人類頻繁的踩踏將使土壤硬實，不利雄蛙挖掘泥窩；若是不小心踩踏到泥窩巢的話，更有可能踩死泥窩中的胚胎或蝌蚪。由於豎琴蛙現有的族群面積、數量都極小，任何威脅都有可能造成族群數量上的強烈動盪，除了須進行與保育行動有關的研究與監測外，預先研擬物種移地復育的保育行動，便成了相當重要的課題。

豎琴蛙移地復育的流程

為維持或增加稀有物種的族群數量，捕捉飼養然後選擇適當的棲地重新放回野外環境，是保育行動中的一種方式





(Beebee, 1996)。瞭解目標物種過去的分布範圍，是將來移地復育行動最基本應該掌握的背景資訊。現在，將就瞭解物種的分布範圍開始，依序介紹豎琴蛙移地復育的流程：

一、現有棲地鄰近地區的普查

在普查的規劃中，首先會從鄰近地區開始，逐步向外搜尋，希望找出更多豎琴蛙可能的分布區域，該普查亦可提供未來「備份棲地」的篩選之用。「備份棲地」指原有的棲地外，再增加一塊與原棲地環境類似的場所，如同複製一般(Beebee, 1996)。備份棲地若選在歷史上曾經有豎琴蛙分布的位置，則屬於重新引入(Reintroduction)；若在棲地備份之前，未曾有過該種分布的話，則屬於引入異地(Translocation)的計畫。

二、現有族群間遺傳結構分析

進行移地復育的保育行動前，對已知族群彼此遺傳距離的分析及物種的再確認，也是相當重要的工作。本遺傳結構的分析也為將來是否進行「遺傳救援(Genetic Rescue)」預做思考。「遺傳救援」是指為增加族群的適應度而引入不同的等位基因(Alleles)(Whiteley, 2015)，是一種可以緩解小族群發生近交衰退、提高族群的適應力、進而減緩生物多樣性喪失的保育策略之一。反之，若進行移地復育前，

未進行族群間遺傳結構分析的話，有時反而會對稀有物種的保育產生相當負面的結果。例如中國大鯢的案例，當初中國政府在進行二級重點保護野生動物中國大鯢的保育時，因沒有考慮到各族群的遺傳多樣性與差異，讓不同品種的中國大鯢在養殖場間繁殖、雜交後，推廣放生到野外，最新的研究顯示中國大鯢原本應有5種不同的品種，因為這樣的人工繁殖培養計畫，加速了部分品種的滅絕，並導致疾病的傳播，影響了中國大鯢的物種多樣性(Turvey, 2018)。不過，不管是原棲地或備份棲地環境的品質或大小也要同時解決，遺傳救援才有增加族群量的可能。

三、擬定復育計畫書

對於如何成功備份另一塊棲地，由Beebee所著的《Ecology and Conservation of Amphibians》一書中(Beebee, 1996)有詳盡說明。本文參考該書及其他成功與失敗案例的相關文獻來進行規劃，其步驟詳述如下：

1. 優先族群與備份棲地的篩選

以維護物種遺傳多樣性的保育觀點，若物種亞族群間缺乏交流，導致某亞族群具有獨特單基因型、遺傳多樣性低、與其他族群基因交流指數低的現象時，此遺傳距離最遠的族群（通常會是分布在現有族群的最遠邊界區），為短時間內最需優先保



①
②

- ① 原棲地—豎琴蛙喜歡築巢於倒木下的泥地中（圖中有3個泥窩）
② 備份棲地—營造出倒木土坡與積水的環境以吸引豎琴蛙的生殖



育的對象。至於棲地的選擇可參考Muths et al.,(2014) 的評估準則，主要考慮的項目包括：是否為歷史分布？是否為最短移棲距離？是否有疾病狀態？是否有其天敵生物（可由類似生殖習性之共域兩棲類的有無，來推估天敵生物對目標物種的可能影響）？以及後續棲地維護與監測的可行性（棲地未來能否有效管理也是評估準則之一）。

基本上，會優先選擇最鄰近原棲地的樣點，若是該樣點在歷史上已有目標物種分布，則須再找出當初物種不見的因素，加以改善後，才可被選為備份棲地。各準則中項目的評分可藉由加總篩選；或由分層（如歷史分布、巨棲、微棲等因素）評估後，由小計篩選；或依重要性以流程圖來篩選。至於準則項目中，將來可被調整或改變者，如可被重新營造的水池環境等因素，可以暫時不列入考慮。

2. 備份棲地的再營造

研究指出兩棲類引入異地行動失敗的主因多為：不良的棲地及被引入的蛙類四處遷移（Germano and Bishop, 2009）。為避免備份棲地的蛙類四處遷移，導致族群無法集中的現象，新棲地須適度再營造。營造時應確保備份棲地內與其周遭須具有豐富的昆蟲相；備份棲地內應有多處且集中的生殖水池或繁殖微棲地，且確保其天

敵生物數量的最低化；另備份棲地內也應營造躲藏的空間。由於蛙類的集體鳴聲有聚集族群的功能（Duellman and Trueb, 1994），所以在第一次引入成蛙時就要提供足夠的數量，以利聚集；若引入的成蛙數量不足或多為小蛙與幼蛙的話，可考慮在棲地中持續播放該蛙的鳴叫聲，以聚集蛙類避免四處遷移。

3. 人工飼養經驗的建立

採集野外卵或蝌蚪於實驗室飼養，將來再放回原棲地，也是一個可行的方法。本豎琴蛙移地復育的保育行動，初步規劃蒐集秋季即將面臨乾涸的蝌蚪，將牠們移至實驗室內飼養以成為豎琴蛙的種源，待重新營造的新棲地完成時，再放到此備份棲地中。

以人工備份適合豎琴蛙繁殖的棲地



4. 準備大量的個體進行引入行動

研究指出兩棲類移地復育行動的成功主因多為能引入大量的個體，若引入的個體過少，容易導致小族群在生殖及適應上的劣勢（Germano and Bishop, 2009）。因此，在引入初期就要盡可能提供最大化的數量，同時監測其族群存活數量的變化趨勢。

5. 持續引入與其遺傳結構的監測

為避免子代僅來自少數親代，應持續進行物種移地引入的工作數年。於第二年開始進應行備份棲地之成蛙族群數量監測；調查備份棲地何時有蛙類的生殖活動；持續關注不同發育階段的蛙類個體，以瞭解其成效。另外，每年也可收集固定數量的組織樣本，檢視其遺傳結構，以瞭解新族群的遺傳結構何時接近於原棲地的族群（Zeisset and Beebee, 2012）。

6. 新舊族群的交流

完成物種引入行動後，若備份棲地之成蛙類族群數量有上升，也可考慮採集部分原族群與備份族群的個體進行互換，以增加遺傳變異度，使兩地遺傳多樣性更趨穩定（Germano and Bishop, 2009）；若備份棲地之成蛙類族群數量未見上升，則須重新評估備份棲地的適當性，或再修正移地引入的行動與方法。

結語

有關瀕危物種豎琴蛙的保育行動計畫書，目前已由特生中心與林務局初擬完成，其中的移地復育的規劃與行動更是執行的重點。近年來，我們在現有豎琴蛙棲地附近，已找到幾處適合移棲的場所，且進行了局部棲地的再營造；此外藉由所救援的豎琴蛙蝌蚪，已建立了實驗室內飼養蝌蚪至小蛙的經驗。未來首次移地復育行動將以備份種源為目標，在初步完成後，希望能強化以法律（條例）進行實際的棲地保護工作。有關臺灣豎琴蛙移地復育的保育問題，除了涉及生物學及保育生態學的知識外，也需要土地權責單位的有效經營管理，取得社會大眾的認同與參與，才有助於該族群的永續生存，達成維護野外豎琴蛙不同族群遺傳多樣性的願景。🏠

（參考文獻請逕洽作者）

