

基因多樣性

國立台灣師範大學生命科學系 黃 生

基因是遺傳的基本單位，生命靠著遺傳延續，讓一段段的基因一代代傳遞，讓一個個體、一個族群、一個物種的特徵、性狀和功能得以傳接，從遠古到現在，從現在到永遠，延綿不絕。然而，族群裡代代相傳的基因如果沒有多樣性，就無法通過多變環境的選擇。要是把經遺傳所獲得的基因組合當成先天的賦予，把環境變化所引發的生存壓力看作是後天的薰陶，這先天、後天相互作用產生的轉變和結果，就是演化和適應。

基因多樣性是研究生物多樣性最基本的項目，這個物種能不能演化和適應？這個族群基因庫裡有多少變異，這些變異如何在族群內的個體間和族群之間流動？這多樣的基因用什麼方式傳給後代？是透過近親配對還是逢機配對？若要逢機配對，這個族群要多大才行？基因能流傳多遠？只限在一個物種之內還是可以跨越物種？當新的基因組合發生的時候，表現成什麼樣子？是子肖其親？還是出現了新種？果有其事，是哪些異象造就了它？這些問題都和保育和維持物種、族群和生態系的存活直接有關。

回答這些問題的第一步是要查出這個物種的族群基因多樣性。現在研究基因多樣性所使用的工具是各式各樣的分子標記，無論是細胞核(父母雙系遺傳)或胞器(多為母系遺傳)的分子序列(DNA sequences)，或是分子指紋技術(DNA fingerprinting，包括 RAPD、AFLP、microsatellite DNA 等)，因其解析度的不同提供了解決物種的界限或者族群分化的有利工具。

分子生物學的方法中有兩項發展大大地幫助了基因保育方面的研究。第一是在 1985 年發展成功的 PCR 技術(Polymerase Chain Reaction, 聚合酶鏈反應)，運用這項技術可使微量的 DNA 片段複製上百萬遍，因此只需要非破壞性的採取一點點樣品，像鳥羽、獸毛、植物的一小片葉子，便可以進行實驗性研究，甚至新鮮的排遺、博物館裡存放多年的標本組織樣本，都能用 PCR 技術得到足夠量的 DNA 供作研究。

非傷害性取樣是保育生物學研究中重要的條件，瀕危或瀕絕物種的小族群個體本來就少了，當然禁不起一五一十的採樣犧牲，因此以往不能研究的瀕危的小族群的研究，現在都可以探究了。此外，PCR 儀器是個操作簡便、耗費較低的設備，故現在各大學實驗室裡，幾乎全都有 PCR 的設備可以放大葉綠體 DNA(cpDNA)、粒線體 DNA(mtDNA)序列，經由基因定序獲得實驗結果，再加以分析，以研究物種間、物種內族群間的雜交現象或親緣關係。

物種為什麼會瀕危以致滅絕？這個問題有許多思考的面相，當棲地破壞或消失時，自然物種也就跟著消失了，然而從族群遺傳的角度去看，一個族群裡的個體數小到一個程度，族群內基因的傳遞，也就是遺傳下來的基因就會發生問題。例如一個族群裡有 1000 個個體，雌雄各半，便有足夠的個體產生足夠數量的後代，帶著足夠多樣的基因，換言之，這個基因庫裡，多樣性是維持住的了。可是如果族群小到只剩下 10 個個體了，雌的又少，又有生殖期的問題，很容易發生近交衰退(inbreeding depression)，造成生物適存度的降低，另外，小族群有基因漂變(genetic drift)問題，就是族群中逢機性地失去了某些基因，某些基因在配對組合中未被遺傳到下一代，這族群基因庫的多樣性就減少了。這種情形一旦發生，族群只會愈來愈小，基因庫裡的多樣性只會愈來愈窄，終至僵化(fixed)成單一基因型。一個族群裡如果基因型只有一式，除非再有基因流入或族群內發生基因突變，否則就一直僵在那裡，有個大病小災的，就可能把整個族群滅絕。

這種危機發生在島嶼上的機會特別大，不論是地理上的島嶼或是生態上的島嶼，小族群一旦基因僵化，下一步就是滅絕。所以在像台灣這樣的島嶼上，許多已被限制在高山上的小族群，是不是已達基因僵化，是個非常急迫的研究專題。本文集中所研究的，幾乎都有類似的危機，其中像黑面琵鷺就是有嚴重生存危機的小族群的一個實例。

因此，了解生物的遺傳多樣性有助於解決以下的幾個生物多樣性保育的幾個基本問題：

1. 鑑定個體、物種、族群和保育的單位：像畫眉經分子遺傳的鑑定方知台灣畫眉是個未曾被研究過的新種，保育策略便是禁止進口畫眉，這項研究便為此禁令的頒布提供了學理上的支持；台灣的眼鏡蛇的保育不是以種為單位，而是以族群為單位，必須讓東部、西部族群分隔。
2. 決定雜交地帶和基因混雜的族群何在：研究烏龜的基因多樣性發現了雜交個體和潛在的雜交地帶(hybrid zone)；研究外來入侵種的源頭，才證實了引起美國入侵生物大災難的檉柳，是原本不連續分布於東亞及中亞的兩種檉柳在美國雜交成功的新種。
3. 研究基因散布和流傳的量化指標：淬取 DNA，追蹤族群內基因流動的範圍，才清楚細蕊紅樹的保育單位應該以太平洋和印度洋來劃分，因為馬來半島的確阻隔了兩個水系紅樹林物種內，族群間的基因交流。
4. 量測現生和過去族群的大小，藉以明白它是否有過生物多樣性減損的問題存在：像黑面琵鷺的族群曾受強大的環境壓力的影響，造成了瓶頸效應，現在的族群大小遠非當日可比。

同時基因多樣性的研究結果也可以作為生物技術開發應用的基本資料，例如尋找能聚集環境中重金屬以減少或消除污染的指標植物或微生物，其實它們都有著高度的基因多樣性，正是這個工業發達、污染嚴重的時代，應用昌明的科技解決土地、海洋污染問題的希望。