

淺談近交衰退

宋嘉軒

水產試驗所企劃資訊組

挑選並固定對象生物的優良性狀（成長速度、體色表現、抗病力及生殖力）是確保養殖產業發展的重要課題，最常見的操作方式就是把具有特定性狀的種魚蝦貝進行近交（近親交配，inbreeding），經由幾個世代的篩選後將性狀固定。然而，隨著近交次數的增加，若是沒有良好的種原管理，就開始出現活存率與繁殖力逐漸降低的現象，也就是所謂的近交衰退（inbreeding depression）。

近交

一般而言，父本及母本在交配的時候，會將各自的染色體遺傳給子代，染色體上的對偶基因配對呈現雜合，因此子代染色體上異型合子（heterozygote）的數量會比較多；然而當近親交配時，由於父母本身來自於親緣相近的祖先，因此遺傳給子代的染色體上相同的對偶基因配對的機率提高，對偶基因純合比例增加，同型合子（homozygote）的數量就會增加；換言之，當親代是近交時，其後代對偶基因的純合性（homozygosity）就會增加。

近交衰退

長期重複進行近交會降低遺傳多樣性，

增加不良隱性性狀的基因表現，尤其對與環境適應有關的活存率、繁殖力及競爭力等性狀的影響較大。引起近交衰退的原因有顯性假說及超顯性假說兩種。顯性假說是指因為有害隱性對偶基因的配對和表現而發生近交衰退；假設一個基因有兩個對偶基因 A 和 a，A 代表正常（顯性）的對偶基因，a 代表不良的對偶（隱性）基因，生物體都會隨機攜帶許多不良的隱性對偶基因，但只有在同型合子（aa）的時候，這些隱性對偶基因的性狀才會被表現出來。在一般自然交配下，子代產生異型合子的比例較高，所以會掩蓋隱性基因的表現，而近交則會提高同型合子的比例，導致隱性基因之不良性狀的表現機率增加。如果父母雙方都攜帶相同的不良隱性對偶基因，產生有缺陷的後代的可能性就大大提高，父母的親緣關係越密切，其基因越相似，就越有可能產生有缺陷的後代。

另一種是超顯性假說，意指近交降低了雜合性，減少了子代的超顯性。超顯性的現象是指當對偶基因是異型合子時，在環境適應上表現出的性狀優於任何一種同型合子。即假設 A 與 a 是一對對偶基因，基因型為 Aa 的個體表現出的性狀比基因型為 AA 或 aa 更具優勢，則稱基因型 Aa 具有「超顯性」。最有名的例子就是人類產生血紅素的基因，當對偶基因是顯性同型合子（AA）時，產生

的是正常紅血球，不會引發貧血；在異型合子 (Aa) 時，正常血紅球的數量仍然足夠，不會因為貧血造成死亡；然而如果是隱性同型合子 (aa) 時，則會產生不正常的鐮型紅血球，引起嚴重的鐮型細胞性貧血症，這種隱性遺傳疾病，常常會造成患者死亡。不過，如果不幸罹患瘧疾，基因型 AA 的正常紅血球，易因瘧原蟲感染而死亡；基因型 Aa 對瘧疾有中度的抗性，不容易感染。換句話說，基因型 Aa 罹患貧血與瘧疾的可能性都較低，性狀的表現優於同型合子，展現出異型合子超顯性。

在鳥類和哺乳動物中，近交衰退會影響出生時的體重、活存、繁殖、抗病及抗緊迫的能力。以虹鱒 (*Oncorhynchus mykiss*) 為例，近交衰退會導致魚苗的畸形率增加及降低其活存率。斑馬魚 (*Danio rerio*) 的近交不會影響卵的孵化率，但受精成功率減少，也會降低活存率及生長速度，在發育的過程中，魚苗身體變形的數量也會增加。另外，近親繁殖會降低孔雀魚 (*Poecilia reticulata*) 雄魚的性活力，或造成三刺魚 (*Gasterosteus aculeatus*) 卵子的受精和孵化率降低。小丑魚繁殖過程中，常會利用連續的近交來培育具有特定體色或花紋的魚種，也發現有產卵次數及數量降低的現象。

臺灣養殖產業目前遭遇的問題中，許多物種都被提及到可能是因為過度的近親交配而導致其在成長或是繁殖上表現不佳。近年來文蛤是經常被討論的物種之一，文蛤種苗人工繁殖的操作，目前業界的做法是挑選體型大或是整體外觀性狀感覺較好的成貝當作種貝進行繁殖，隔年再從當年的成貝中挑選

種貝進行繁殖。換言之，每次繁殖所使用的種貝可能都是前一年或前兩年的子代。假設其最初的來源是同一個族群，而且養殖期間又未補充新的種貝，這樣年復一年的操作，的確有可能導致文蛤基因歧異度降低與同型合子的比例上升。不過由於過去用於繁殖的種貝並未有效的保存或記錄，以至於目前尚無法有科學數據直接證明文蛤發生近交衰退現象。

養殖石斑也被提到可能受到近親交配的影響，但檢視石斑種苗繁殖的操作，關鍵在於石斑種魚需要經過很長的時間才能達到性成熟，因為種魚的取得和培育不易，同一批種魚可能會連續一直生，在沒有足夠的營養和休息下，卵的品質自然會逐批變差，品質不好的卵孵化後的魚苗又如何會好，因此將魚苗的劣化歸咎於近交衰退仍是有待商榷。

結語

近交衰退是一個比較少被聽見的名詞，但是在人工養殖的操作下，其實是個需要盡量避免發生的現象，畢竟當你竭盡心力培育出的良好性狀，但在子代卻因為近交衰退，影響了養殖生物的活存率或繁殖力，之前所花費的心血就付諸一炬。一般而言，可以透過保持有效族群數、引進外源雜交等方式降低子代的純合性，然而不同的物種所需的條件也不同，所以良好的種原管理、表現性狀與遺傳資訊的詳實記錄與建立是繁養殖過程中必需同步執行的工作，唯有提供足夠的數據進行分析，才能持續維持子代的基因歧異度，同時有效避免近交衰退的發生。