

海洋與淡水魚類遺傳多樣性的全球分布圖

林芳安、吳美錚

水產試驗所企劃資訊組

生物多樣性是人類永續發展之基石，不幸的是，受到棲息地的切割、劣化和喪失，自然資源的超限使用，日趨嚴重的污染問題，工業化的農業和林業，外來種的入侵以及氣候變遷等各種因素的影響，地球上的生物多樣性正在快速的喪失。有研究指出，此一趨勢若不加以改善，到 2050 年時，世界將有四分之一以上的物種自地球消失，因此如何確保全球的生物多樣性已成為本世紀最迫切的課題之一。

生物多樣性的維護包括對野生物種的保育、生物資源的永續利用、生態系的復育與自然環境的改善等，從微觀到巨觀涵蓋了基因 (genetic)、物種 (species) 與生態系 (ecosystem) 等三個層次，然而目前絕大部分的相關研究都是以物種為主體，而較少探討到基因層次，即使有，也僅限於少數種類或小範圍的地理區域，而未曾從全球的大尺度視角切入。而事實上，當面臨疾病、棲地改變與氣候變遷等各種壓力時，植物與動物種群之遺傳多樣性的下降速度往往遠比物種多樣性的減少來得快；也就是說，除了環境與人為因素之外，遺傳多樣性的降低也是加速種群邁向滅絕的重要原因之一。

根據國際自然暨自然資源保育聯盟 (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, IUCN) 的《瀕

危物種紅皮書》(Red List) 資料，迄 2019 年止，被納入評估的 112,432 種生物中，已有 30,000 種以上的物種瀕臨滅絕危機，其中魚類有 2,674 種 [極危 (CR): 592 種; 瀕危 (EN): 868 種; 易危 (VU): 1,019 種] (表 1)。我們雖然可以從該網站中查得到到底是哪些魚類的生存受到威脅，但對這些魚類的種間遺傳多樣性全貌卻無從掌握。現在，由蘇黎世聯邦理工學院 (Eidgenössische Technische Hochschule Zürich) 與法國、澳洲科學家組成的國際研究團隊正嘗試彌補這個缺憾。科學家們對生命條碼資料庫 (Barcode of Life Database, BOLD) 中的 50,588 個 DNA 序列進行徹底的查核與分析，這些序列涵蓋了 3,815 種海洋魚類和 1,611 種淡水魚類。他們根據這些序列資料，以每 200 km² 為單位，對各地水體的魚類多樣性做出評估，繪製出世界第一張淡水和海水魚類遺傳多樣性分布圖 (圖 1)，並究明了有助於遺傳多樣性的環境因素，相關研究成果已以「Global determinants of freshwater and marine fish genetic diversity」為題，在最近的《自然通訊》(Nature Communications) 雜誌上發表。根據其分析結果發現，全球的海洋魚類與淡水魚類的遺傳多樣性分布都極不均衡。海洋魚類以西太平洋、北印度洋和加勒比海的遺傳多樣性較高；淡水魚類以南美洲最為豐



富，而歐洲則相對較低。此外，研究人員也確認溫度是影響海水魚類遺傳多樣性的關鍵因素，海溫較高的熱帶海域，魚類的遺傳多

樣性也比較高。至於淡水魚遺傳多樣性的關鍵決定因素則是其棲息環境結構的複雜度及變動情形。

表 1 全球面臨生存危機的生物種數

分 類 群	已知種數	2019 納入 評估種數	面臨生存威脅*		
			2000	2010	2019
脊椎動物 (Vertebrates)					
哺乳類 (Mammals)	6,495	5,850	1,130	1,131	1,244
鳥類 (Birds)	11,147	11,147	1,183	1,240	1,486
爬蟲類 (Reptiles)	11,050	7,829	296	594	1,409
兩棲類 (Amphibians)	8,104	6,794	148	1,898	2,200
魚類 (Fishes)	35,315	19,199	752	1,851	2,674
小 計	72,111	50,819	3,507	6,714	9,013
無脊椎動物 (Invertebrates)					
昆蟲類 (Insects)	1,053,578	8,696	555	733	1,647
軟體動物 (Molluscs)	87,975	8,749	938	1,288	2,250
甲殼類 (Crustaceans)	80,604	3,181	408	596	733
珊瑚類 (Corals)	2,175	864	1	235	237
蛛形類 (Arachnids)	110,615	344	10	19	197
有爪動物 (Velvet worm)	183	11	6	9	9
蟹 (Horseshoe crabs)	4	4	0	0	2
其 他 (Others)	164,209	839	10	24	146
小 計	1,499,343	22,688	1,928	2,904	5,221
植 物 (Plants)					
蘚類 (Mosses)	21,925	281	80	80	164
蕨類 (Ferns and Allies)	11,800	641	0	148	261
裸子植物 (Gymnosperms)	1,113	1,014	141	371	402
開花植物 (Flowering plants)	369,000	36,623	5,300	8,116	14,938
綠藻 (Green algae)	11,551	13	0	0	0
紅藻 (Red algae)	7,294	58	0	9	9
小 計	422,683	38,630	5,611	9,156	15,774
真菌 & 原生動物 (Fungi & Protists)					
地衣 (Lichens)	17000	27	0	2	24
菇類等 (Mushrooms, ect.)	120000	253	0	1	140
褐藻 (Brown algae)	4263	15	0	6	6
小 計	141263	295	0	9	170
共 計	2,135,400	112,432	11,046	17,291	30,178

*包括極危 (Critically endangered, CR)、瀕危 (Endangered, EN) 以及易危 (Vulnerable, VU) 之種類
資料來源：IUCN Red List (2020)

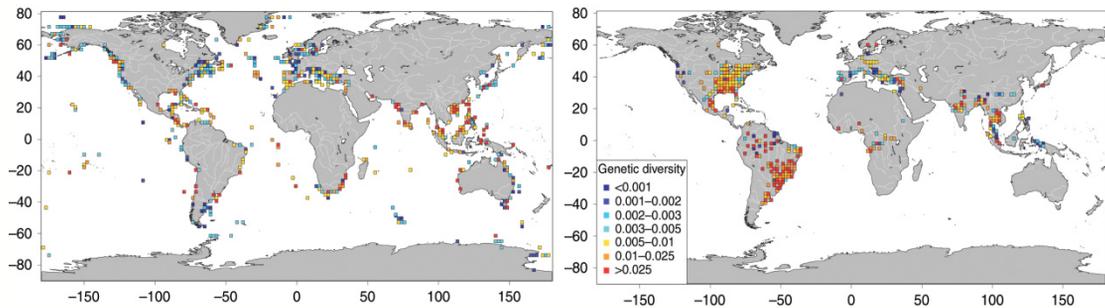


圖 1 海洋(左)與淡水(右)魚類遺傳多樣性的全球分布圖

(資料來源：Manel, S. et al. (2020) Global determinants of freshwater and marine fish genetic diversity. *Nature Communications*, 11(1). DOI: 10.1038/s41467-020-14409-7)

研究人員將分析結果視為改善遺傳多樣性和生物多樣性保護工作的工具，認為藉由該全球魚類基因多樣性地圖有助於了解物種和遺傳多樣性的熱點，進而規劃適當的保護行動。研究人員說，保持遺傳多樣性至關重要。論文作者之一，任教於蘇黎世聯邦理工學院陸地生態系統研究所 (Institute of Terrestrial Ecosystems) 的 Loïc Pellissier 教授解釋道：「種群的基因越多樣化，適應環境變化的潛力就越高」。他認為棲息於不同海域或水域之同種魚類對環境之適應能力也有差異，因此設置保護區時，必須將這個特點以及保護區的地點、規模和與生態的連結性等因素全面納入考量。

迄目前為止，幾乎大部分的保護措施都以維護物種多樣性為主。例如，幾年前，瑞士啟動了一項監測其境內物種多樣性的計劃，但 Pellissier 教授認為，這還不夠。他說：「要保護我們的生物多樣性，還必須監測種群的遺傳多樣性。只有確保遺傳基因庫足夠龐大，才是使生物面臨環境劇烈變化時，能夠繼續生存的唯一途徑」。

另外，Pellissier 教授強調，這次的研究事實上有數不清、未列入作者的各國學者參與，他們對當地的魚類樣本進行 DNA 定序，並上傳至資料庫 (<http://www.barcodinglife.org>) 中共享，使計畫得以順利完成。這也再次清楚的表明，資料公開與研究成果分享對於推動全球科學進展的重要性。就如同曾任荷蘭教科文部次長的 Sander Dekker 所說：科學的目標，並不是科學本身，而是跟藝術一樣——只有被人看見的時候才是藝術，知識也必須透過分享，才能被成就。

主要參考資料：

1. ETH Zurich (2020) New world map of fish genetic diversity. *ScienceDaily*, 10 February 2020. <www.sciencedaily.com/releases/2020/02/200210104110.htm>.
2. Stéphanie Manel, Pierre-Edouard Guerin, David Mouillot, Simon Blanchet, Laure Velez, Camille Albouy, Loïc Pellissier (2020) Global determinants of freshwater and marine fish genetic diversity. *Nature Communications*, 11(1). DOI: 10.1038/s41467-020-14409-7.
3. 林享能 (2000) 生物多樣性之發展與策略。農政與農情，第 93 期 <<https://www.coa.gov.tw/ws.php?id=2329>>.