

魚的感官科學研究—— 嚴宏洋老師專訪

採訪報導／彭紹恩、陳君夷

國立海洋生物博物館圖書館暨多媒體出版中心





嚴宏洋 教授

美國德州大學(奧斯汀校本部) 動物學系博士

肯塔基大學生物學院生理組組長

中央研究院礁溪臨海研究站研究員

現已退休，專注科普演講與寫作，並擔任海生館特聘講座

專長：魚類聽覺生理、魚類水下音響聲學、魚類視覺生理學、魚類嗅覺生理學。

嚴宏洋老師是國內少數研究魚類生理的專家，準備訪問嚴宏洋老師前，就已聽說嚴老師幽默風趣，每每演講坐無虛席，甚至還有粉絲幫他在臉書成立專頁。訪問後，的確見識到嚴老師將深奧的科學知識變得輕鬆有趣的功力，究竟嚴老師是怎麼走入魚類生理世界的呢？讓我們帶您一探究竟。

Q：請問老師當初是如何踏入魚類感官科學的研究領域呢？

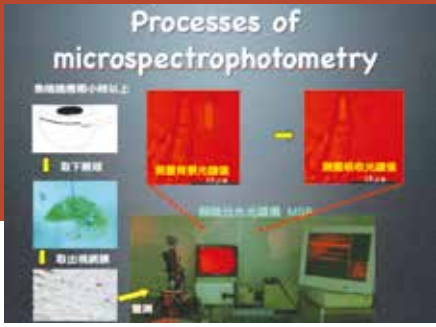
A：我大學念的是臺大動物學系的漁業生物組，所以大學四年都在修習魚類相關的課程，同時又到東港水試所去實習，連續去了兩個暑假、兩個寒假。1970年代的臺灣，課本都是美國課本，與臺灣實際的漁業實務脫節，所以我就從實地去著手，去東港水試所實習培養做現場的經驗。

那時候最主要是學習養殖實務，以養殖魚蝦為主。後來大學畢業後就到中研院當研究助理，那其實是一個很重要的轉捩點，我當時的老闆是一位從英國來的皇家科學院的院士，他就做魚的視覺研究，可是那時候我並沒有做魚的視覺，而是做蝦子的視覺，做啊做啊，然後就到美國去念書。

到了美國，我一開始其實做魚類生態及演化生態研究的，但主要是從漁業史、魚類生物學的觀點去探討。開始會走向神經方面的研究是因為我做博士後研究員時，是在「德州大學海洋研究所」做內分泌研究，由於內分泌生理跟神經有關係，就開始從事神經生理研究。之後，我轉到馬里蘭大學去，那裏的老師是做魚類的聽覺，所以我就正式踏入聽覺研究。在做聽覺過程中，逐漸拓展到電生理，就開始同時進行魚類聽覺及電生理的研究。

後來我到肯塔基大學當老師，開始獨立研究，美國跟臺灣不太一樣，在那兒一個蘿蔔一個坑，你只能做你的專長而已，我的專長就被定位成聽覺，於是就做了十幾年的魚類聽覺研究。

2004年，我回臺灣，臺灣有個好處，臺灣不會把你框住。假如你已經有一些成就，你寫的研究計畫就算與你的專長不完全符合，也有可能獲得支持。臺灣這個島，最高近4000公尺，我那時候研究站在礁溪那邊，一出



【圖1】顯微分光光譜儀（嚴宏洋老師提供）



【圖2】深海捕撈上來的魚蝦，顏色均為紅色（嚴宏洋老師提供）

海大概2、3公里，深度就會降到1000公尺，所以一個落差有5000公尺的地方，在3個小時內可抵達，也就表示它生態環境的複雜性非常高。

另外臺灣面積36,000平方公里，大概是全世界的10萬分之2，可是我們魚類種類有3300種，是世界魚類的十分之一，所以你能夠取得的材料很多，棲所又那麼多樣性，所以你可以問很多很好的問題，加上中研院在經費上很支持我，我就可以放手一搏，我就大概花了10年在做魚類的視覺研究。

到要退休的前3年，我想說對於魚的感官科學，可分為聽覺、視覺、嗅覺還有電覺等，嗅覺就是所謂的化學覺，我幾乎都做了，但缺一個區塊還沒有滿足，就是嗅覺，所以我就開始往嗅覺方面做，然後剛好也有得到科技部的經費支持，所以最後3年全部是在做魚類的嗅覺研究。

Q：請問要如何幫魚測量視力或視覺？

A：測量視覺的方法，有非破壞性跟破壞性的。破壞性的就是把眼球拿出來，把它展開，魚的感光細胞有兩型—柱狀細胞跟錐狀細胞，測量時要在暗室打著紅光來操作，因為一般來講（視覺細胞）對紅光並不敏感，所以人員都訓練到戴夜視鏡，那做起來很辛苦，躲在暗室裡面，戴著夜視鏡操作，小心地展開魚的

視網膜，放在載玻上，然後將顯微分光光譜儀【圖1】上的光束，聚焦到視網膜細胞的外段區。

一按起動鍵，大概10秒鐘曝光，你會聽到那機器它從波長360奈米(nm)開始，掃到波長700奈米。從紫外光掃到紅光，你會聽到噠…10秒鐘就掃完了，然後又回掃一次噠…那吸收光譜圖就畫出來了，就可以知道魚可看到的光波波長(顏色)。這方法，我們就應用在巴拿馬黃鰭鮪魚苗無法進食的那個案例上。

Q：魚眼所見的世界與人眼所見的有何不同？

A：大不相同，人類從出生到老，所能辨認的顏色光譜是固定的，但有些迴游性魚類從小到大，會隨所生活的深海、淺海或河流而改變辨認顏色光譜的能力，而且不同種類的魚所能辨認的顏色也大不相同。例如有些魚有很靈敏的紫外光視覺，因此人眼所見的白裡透紅，在這些魚的眼中可能就是大紅色；而有些魚類在生殖季所表現出的婚姻色，只有同類的魚才看得特別清楚，這或許是生活在相同水域魚群分辨你我的演化策略。

Q：請問深海魚類的視覺有什麼不同呢？

A：我們先想像你來到臺灣有名的深海漁港—大溪漁港，這裏的魚都在水深200~300公尺處抓的，你去那邊看到的魚蝦全部是紅色的【圖2】，好像煮熟



【圖3】量測魚的聽力(嚴宏洋老師提供)

的，你知道為什麼？因為深海是沒有紅光，所以當你身體變成紅色，別的魚就看不到你了。

那為什麼不是黑色的？在演化上，要形成黑色色素細胞，所需的能量(代價)是形成紅色色素胞的好幾倍。所以無論是蝦子也好、螃蟹也好、魚也好，大家都變成紅色的，這就是趨同演化，用最少的成本產生最好的偽裝，也很漂亮，不是嗎？

Q：請問要如何幫魚測量聽力呢？

A：首先要將魚放在缸子裡，麻醉後固定，然後將兩個電極，就是銀電極接在身上【圖3】，不要打洞喔。然後聲音從空氣中下來到水裡面。電極擺放在腦部的前後端，一個前一個後。耳朵是在鰓的這個地方。前面這個地方叫做「記錄電極」，另一個叫做「參考電極」，那個腦波就出來了。這就是測量魚類聽覺的「聽覺腦幹激發腦波」測量法（ABR）【圖4】，是本實驗室所發明的，被廣泛應用在多種生物之聲學研究上，並且仍是現今魚類聽覺研究的標準方法。

Q：研究魚類的聲音感官科學，除了學術價值外，是否有實際應用的例子？

A：基礎研究的成果常有意想不到的應用，我舉2個例子，基於我對魚類聲學研究的成果，曾經應用在核電廠入水口



【圖4】測量魚類聽力之儀器—ABR (Auditory Brainstem Response) (嚴宏洋老師提供)

驅魚，以及協助箱網養殖業者，以聲音誘導的方式取代捕捉，讓魚隻自行游入新的箱網。

核電廠的入水口會大量進水，因此經常有魚隻隨著水流誤入、撞擊。台電請我協助，我們研究了入水口周圍常見魚種的聽力範圍，利用水下擴音器，播放其可聽到的噪音，成功驅趕魚隻，使其避開入水口，避免撞擊。

而在日本的鹿兒島有箱網養殖，魚苗原先養在溫室，長到5公分後再移到外海的箱網，這過程會有兩次的捕捉運送，但魚常常會驚嚇而受傷死亡。我們就在開放水域，利用聲音誘導魚隻在開放海域游了4公里，進入另一箱網，養殖魚一隻都沒少，而且還多了許多(海裡其他的魚也來湊熱鬧)，很有意思。

編按：礙於篇幅，在此刊登嚴老師一半的訪談內容，若您意猶未盡，想要了解更多魚類生理，例如「成群的魚為什麼都不會相撞也不會去撞缸壁呢？」等，請上《奧祕海洋》部落格，有更完整的內容。

特別感謝：嚴宏洋老師

延伸閱讀：

1. 魚兒求生六技，嚴宏洋，科學人，67 2007.09[民96.09]，頁88-91
2. 神經生理知識在水產養殖與捕撈漁業上的應用，嚴宏洋，農科新世紀，12 2011.12[民100.12]，頁42-46
3. 魚類的水下聲色世界，嚴宏洋，科學發展月刊，54 2018.01[民107.01]，頁62-67
4. 螢光：深海魚的生存利器，嚴宏洋、邵廣昭，科學月刊，37:11=443 民95.11，頁835-838