

魚「耳」中的黑盒子—耳石

你聽過耳石嗎？它是什麼樣的一個東西？它是如何被用在魚類研究甚至跨領域研究上呢？

採訪／彭紹恩、陳君夷

整理報導／陳君夷

特別感謝／張至維 老師



謎樣的鰻魚產卵場

鰻魚和鮭魚一樣，都是洄游性魚類，在鹹水淡水之間洄游。牠們洄游特性的不同在於，鮭魚是從海水上溯至淡水產卵，鰻魚則相反，是從淡水回到深海裡去產卵。鰻魚養殖非常蓬勃，目前雖已有成功培育鰻苗的科學報導，但一直無法大量培養且成本太高，因此養殖業還是仰賴野生鰻苗，也就是說鰻魚養殖需要的鰻線（鰻魚幼生），只能在每年11、12月期間至河口捕撈，鰻線產量稀少的時候，一尾5公分長的鰻線（苗）甚至可以開出180元的高價，也因此鰻線有著「水中鑽石」的稱號。

過去日本、臺灣、韓國養鰻業者一直想找到鰻魚產卵場，在臺灣，鰻魚業者是在冬天抓到鰻苗，所以大家一直認為鰻魚是在冬天產卵的，在臺灣東邊、巴士海峽一帶，試圖要找到鰻魚的產卵場，但一直苦無結果。美國耶魯大學的地質學教授潘尼拉（Pannella, 1971, Science 173:1124-27）在一次偶然的機會，發現魚類耳石中有比年輪更細微的日周輪，這篇1971年發表的論文，為魚類研究開啟了一個新的研究方向，將魚類生活史從「年」縮小到「日」。

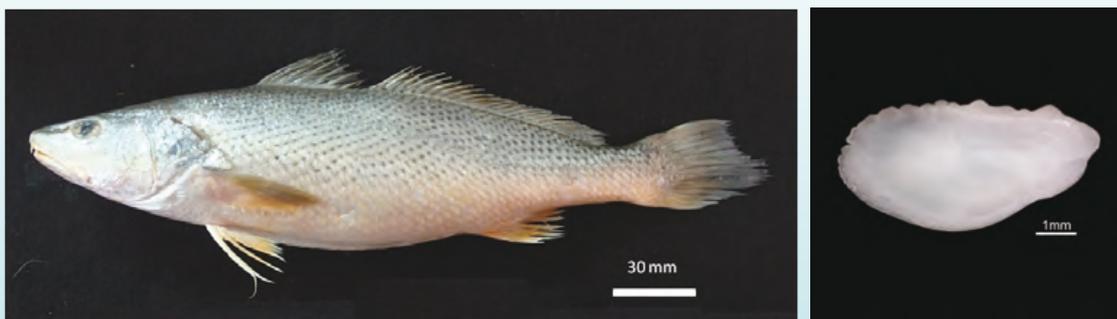
因為日周輪，漁民找了四十年的鰻魚產卵場之謎，被解開了。

以臺灣鰻魚養殖業最常見的日本鰻為例，冬天在河口捕撈到的鰻線，經過耳石日周輪的判定，大約是180天大，往前回推，日本鰻是在夏天產卵的，日本科學家根據這個數據，終於找到日本鰻的產卵場，是位於臺灣東南邊約2500公里的馬里亞納海溝裡，若不是因著日周輪的發現，也就無從得知鰻魚產卵場。

究竟耳石是什麼呢？

魚耳中的寶石黑盒子

魚類耳石只出現在硬骨魚，它是位於頭部的內淋巴囊系統裡，左右對稱，共三對六顆的霰石結晶體，這三對分別為扁平石、星狀石與礫石，其中扁平石與星狀石負責管理魚的動態平衡，礫石與三半規管則是負責魚的聽覺^{註1}。耳石的大小跟魚的大小並沒有一定的比例關係，主要看魚生活在哪裡，比如底棲魚類，牠們需要耳石來幫助牠們感受周圍環境的震動，因此耳石會比較大，但表層魚類如鮪魚旗魚，牠們主要靠側線與快速移動來保持平衡，耳石相對較小。



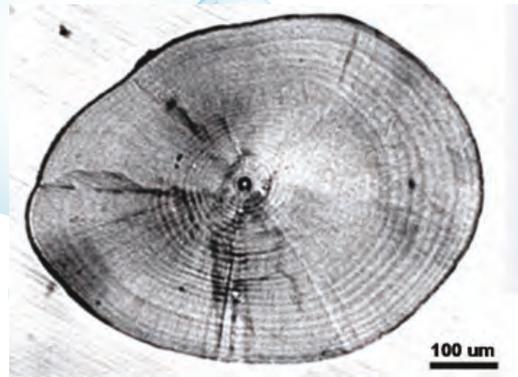
▲黃金鱸與牠的耳石（張至維提供）

耳石的應用

耳石的應用範圍很廣，文章開頭提到鰻魚的例子，是耳石在「定齡」的應用。早在1696年，就發現魚鱗可以拿來推算魚的年齡，之後過了兩百年，1899年才發現魚的耳石也可以拿來定齡，此外，因為軟骨魚沒有耳石，所以脊椎骨也是拿來推算魚歲數的一個方式，直到1971年耳石日周輪的發現，從此不只能知道魚幾歲，甚至可以算出魚幾天大！真是不可思議！而因為日周輪，魚還曾被戲稱為「會寫日記的生物」。

「有時候魚在變態的時候，在耳石上面也都會留下一些特別的記號，甚至潮汐變化也會在上面留下記號。」研究魚類耳石多年的海生館副研究員張至維老師說道。

除了定齡，透過地球科學儀器分析耳石裡的元素組成，還可知道魚的生活史，比如這魚生活在淡水或海水？會不會洄游？幾歲以前在哪裡？



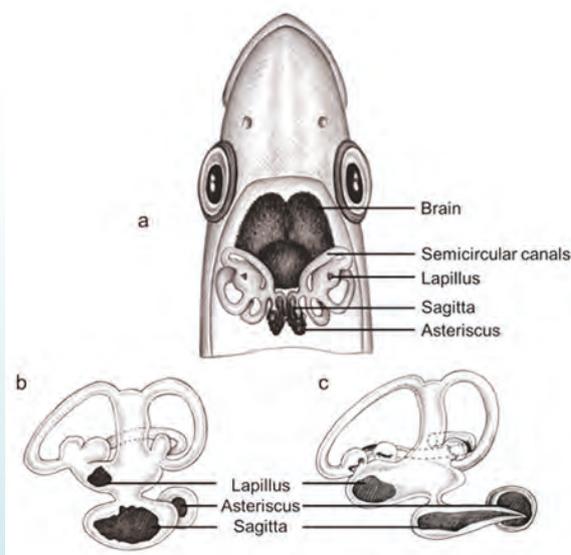
▲黃鱔（就是市場上俗稱的赤翅仔）魚苗耳石橫切面，可見一圈一圈的日周輪。（張至維提供）



▲烏魚耳石，烏魚是洄游性魚類，白色圓圈所示為年輪的位置。（張至維提供）

幾歲之後又到哪去？都可以從耳石中的鋇/鈣比得知。耳石元素組成甚至可以判定魚類系群（生活在不同棲地的同種魚類）、水化學、海洋環境的變化……等等。

不只如此，因為每種魚類的耳石外觀都不相同，因而發展出「耳石形態學」，除了做魚類系統分類之外，更被運用在攝食生態、生態形態、考古學及古生物學上面。因為耳石主要成分是碳酸鈣，不容易被消化，所以可以從攝食硬骨魚類的動物胃裡取出的耳石，判斷這隻動物吃了哪些魚？甚至可估算出魚有多大！張至維老師表示：「耳石的長度跟魚本身有個關係式，除了知道牠是哪個物種？我還可以換算牠吃了多大的魚？假設今天發現大目鮪吃了一隻飛魚好了，我從



▲耳石位置圖
(Lapillus礫石，Sagitta扁平石，Asteriscus星狀石)



▲臺灣西南部南科考古遺址(張至維提供)



▲南科三考古遺址魚類耳石組成圖(張至維提供)

飛魚的耳石，可以得知牠原來多大？是可以這樣做的。」

而在考古遺跡裡發現的耳石，經過分析，便可知道當時的人類吃了什麼魚？這些魚多大？更甚者，從此衍伸去了解古漁業—當時人們的漁獲能力如何？船大概多大、有多少作業能力？...等等。而在古代地層沉積物裡的耳石，則可以鑑定出當時的古環境如何？這些都是由耳石所開展出的跨領域的研究。

看來這個魚耳中，小巧晶瑩如



▲海生館魚類耳石典藏(張至維提供)

玉石，紀錄下魚一生的黑盒子，在經過科學家的解讀後，裡頭承載的訊息可用「海量」來形容啊！

註1：魚有聽覺？！是的，有興趣的讀者可參閱「老漁翁講魚故事」一書(p. 37, 沈世傑著，國立海洋生物博物館出版)，或敬待之後館訊的報導。

參考資料：

曾萬年，《隱藏在耳石裡的魚類生活史秘密》

(臺灣海洋大學漁業生物研究室科普文章)

張至維，《以耳石微細構造及微化學研究臺灣近海烏魚的生活史及其洄游環境》(臺大動物學研究所博士論文)

張至維老師口述資料