

海洋生物「便便」 去哪兒？

國立海洋生物博物館科學教育組

文/林乃正

家中有養寵物的朋友一定了解，照顧可愛的寵物除了供吃供住，還需具備處理便便的專業，例如在網路社群上，豢養貓咪的飼主就常被戲稱為鏟屎「官」，為了配合貓的便便習性，貓主子要選用能快速包覆、吸濕及除臭的人工「貓沙」放入便便盆中，貓咪來便便後，專業「鏟屎官」就得鏟屎清除，並定期更換貓沙，以維持環境衛生及貓咪的健康。動物園也是如此，除了餵食及與動物互動，清潔人員必須時常清除大象、駱駝、羚羊…等動物的排泄物，將動物們的起居環境打掃乾淨，避免病菌滋生，減少動物們生病或傷口感染的機會。

那水族館呢？魚的便便都去哪兒了呢？參觀大型水族館時，有時

可看到潛水人員在水缸內餵食魚群或清潔玻璃，但從未看到他們在幫魚群清理便便，那這些海洋生物的便便都去哪呢？若是多留步仔細觀察，就會發現魚兒與貓咪不同，魚是邊游邊「便便」的，「便便」就隨水流漂散或沉降池底。說穿了，其實水族缸內的生物都是生活在充滿自己「便便」的環境中，若這些便便沒有移除或分解，濃度過高時就會對於水中生物的健康產生負面影響甚導致成死亡，這時就需要靠人工的「維生系統」，利用物理、化學及生物分解等方法，加速這些「便便」的移除分解。例如將水族缸的水引入裝滿砂子的桶槽，讓小顆粒的「便便」卡在砂子的縫隙就是常用的物理性過濾方法



海參將潮池底砂與有機碎屑一同食入，從便便內可看出無法被消化的砂粒一同排出（杜侑哲攝）

之一，另外還可將池水通過具有「硝化細菌」的分解槽，來分解水中的含氮排泄物。

那在茫茫大海中的海洋生物「便便」去哪了呢？這也是很多人心中的疑問，沒有人去打掃清潔、也沒有超大型的過濾系統將其去除，但從古至今海底為何沒有滿坑滿谷的「便便」？

其實在海中會有一群特殊的生物會攝食其他生物的便便，吸收其中的有機養份，例如海參、海膽、多毛類（沙蠶）及某些螺類等，而牠們的便便再經過海中細菌分解就成為無機營養鹽等物質，海中的植物及藻類就會吸收這些無機營養鹽（如同種菜用的肥料），轉換為有機的養分使用，如此循環不止並達到生態平衡。

而近年科學家更發現鬚鯨的

「便便」不僅對於海洋，甚至對於陸地上的生態也扮演重要角色：鯨魚洄游在各大洋並隨處便便，牠的大量排泄物是藻類養分的來源之一，滋養了藻類，藻類是小型浮游動物的食物，浮游動物又成為魚類的食物，而捕食魚類的海鳥多半會回到陸地上「便便」，輾轉將營養也帶到陸地上了。而某些海洋魚類會從海洋沿著溪流向上洄游產卵生殖，在溪流上游將「便便」的營養留在當地，讓陸地上的植物獲得養份。生態系中的氮、磷等重要的營養物質循環就這麼透過「便便」傳遞著。所以別小看「便便」的力量，大自然中是沒有廢棄物這件事的。

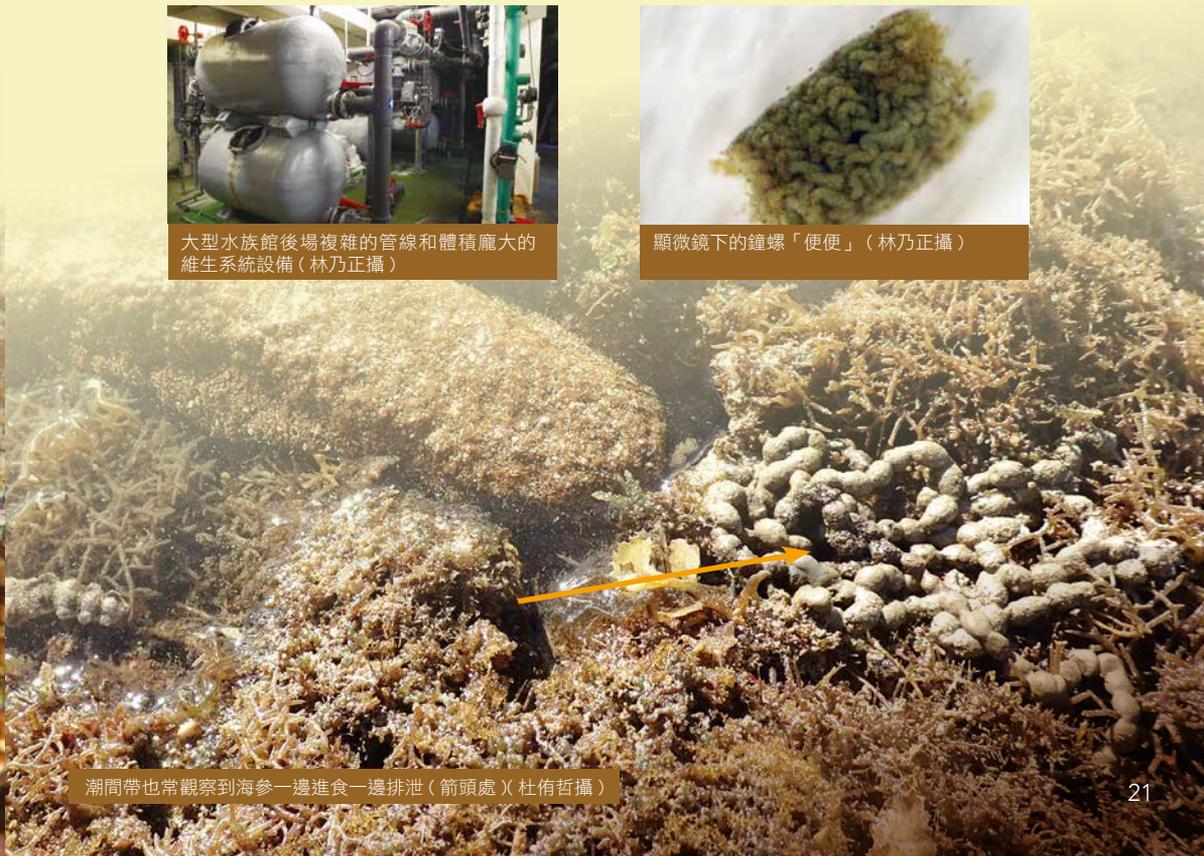
看完這篇，下次如果到海邊玩水心裡覺得怪怪的，請別太擔心，海洋生物的「便便」比上海水的水量，真的只是滄海一粟，就放心下海玩耍吧！



大型水族館後場複雜的管線和體積龐大的維生系統設備（林乃正攝）



顯微鏡下的鐘螺「便便」（林乃正攝）



潮間帶也常觀察到海參一邊進食一邊排泄（箭頭處）（杜侑哲攝）



Tactile learning 指尖海洋探索-

數位及感官學習 應用於視障教育

國立海洋生物博物館科學教育組

文/林佩蓉

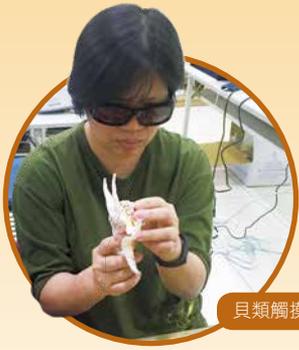


106年本館執行「看見心海洋體驗計畫」，該計畫最初的發想，來自一位國際知名的螺貝類生物學與古生物學家海拉特·韋梅耶（Geerat Vermeiji），他是當今最優秀的演化生物學家之一，世界研究軟體動物的權威學者，美國加州大學戴維斯分校的教授，也是美國的國家科學院院士。他在出生後不久就罹患罕見的眼疾，在4歲那一年失明，然而看不見並沒有阻止他發光發熱，成就傳奇的一生。

韋梅耶教授選擇研究貝類，除了自身對貝類的興趣之外，更因為10歲時受到一位老師的啟發，這位老師鼓勵學生觀察探索，勇於提出疑惑，他向韋梅耶分享他蒐藏的貝殼，讓韋梅耶愛不釋手。12歲那一年，韋梅耶和美國自然歷史博物館學者的接觸，讓他越來越確定自己的興趣，投入貝類研究數十餘年。

「看見心海洋體驗計畫」的特色在於發展觸覺及聽覺學習內容，選擇適合觸摸探索的海洋教學主題，並配合數位影像科技，發展物種辨識系統，讓視障朋友在觸摸該物種後，將之放入辨識箱，辨識系統便可以辨別出該物種，並讀出該物種名稱和簡介，讓視障朋友也可以自主學習，更把整套系統設計成可以收納在一個旅行箱中，讓教學器材方便攜帶，不受地點的限制。

選擇貝類當主題，除了受到韋梅耶教授的啟發外，貝殼不需要儲存於保存液(福馬林、酒精、異丙醇或甘油等)的特性也是重要的原因之一，這個特性使貝殼不像其他類型的標本教材，只能放在保存罐裡觀看，無法觸摸。除此之外，貝殼體形小，雙手能夠掌握，每種貝殼具有特殊的形狀(扇形、錐形或橢圓形)、結構(單殼、雙殼或螺旋形)、質地(粗糙或光滑)和紋理(顆粒、紋路或起伏)，可以透過觸覺將這些資訊建構成立體的形像，適合視障朋友學習，藉此「摸」索海洋。靠著觸摸可以得到



貝類觸摸探索



進行貝類辨識行動系統
操作體驗與自主學習



的資訊非常豐富與細微，甚至能得到其他視覺盲點所忽略的資訊，直接了解貝殼的立體特性。

本次計畫，我們帶著「貝類辨識行動系統」，前往社團法人臺東縣盲人福利協進會、社團法人臺中市啟明重建福利協會以及高雄市立楠梓特殊學校，進行博物館行動教學服務。除了「貝類辨識行動系統」，更準備了極具特色的20種螺貝類，先透過「口述影像」搭配「觸摸體驗」的方式，系統性的介紹軟體動物的家族成員，像是單殼綱的瘤飽螺，雙殼綱的圓球簾蛤、雞心蛤等，腹足綱的水字螺、黑星寶螺等，掘足綱的圓象牙貝，頭足綱的鸚鵡螺，讓學員感受這些螺貝類的「相同」與「不同」，了解物種分類的原則與物種演化的神奇！

除了介紹外形之外，更鼓勵學習者感受不同貝殼的重量、殼的厚薄差異、表面紋路的類型差異，思考這些特徵可以形成怎樣的生存優勢？並透過許多故事的介紹，讓貝殼在學習者腦中的形象鮮活起來。例如雞心蛤為了讓共生在肌肉組織裡的藻類曬太陽，讓殼演化的非常薄可以透光，唐冠螺因為長的像古代人戴在頭上的髮冠而命名，最後

讓學習者透過貝類辨識行動系統展開自主探索學習。

在課後的訪問當中更有學習者表示，對於寶螺因為表面光滑且堅硬方便拿握，在過去會讓產婦在生產的時後候拿握，為了祝福母子均安，有「子安貝」的美名，而感到印象深刻，如有學員表示：「有一段蠻感動的就是老師講那個寶螺，就是那個子安貝，他就是讓我會馬上聯想到說，雖然我自己還沒有結婚，但是就會聯想到當女生真的蠻不容易的地方，還有老師就說他可以在生孩子的時候幫助孕婦使力或什麼的，這一塊讓我覺得很特別耶，蠻難忘的，就是有一個很高貴的感覺。」(社團法人臺中市啟明重建福利協會D學員)

更發現視障朋友參觀博物館時，需要有解說或陪同人員的搭配，才能了解博物館展示內容，但在博物館中，透過觸覺探索的機會還是較少的，如有學員表示：「你們那裡面其實很多東西可能都是關在玻璃櫃裡面，所以都是聽大人講。」(社團法人臺中市啟明重建福利協會D學員)

透過訪談也了解，相關的教學方式確實能夠讓學員內化相關知



空氣流過螺旋構造產生的
氣流聲像來自大海的聲音



識，並產生印象，如有學員表示：「我記得差不多有將近8種的螺，我講5個就好了，鸚鵡螺、芋螺、寶螺、九孔、鮑魚、唐冠螺、水字螺。你看這些都是我們平常沒有辦法知道的名稱，尤其是因為沒有這樣專業的人員來，我們會沒有這樣子的興趣…就像老師有說像我們的字，有貝字旁的都是有價值的，都是有財的意涵在裡面。」(社團法人臺東縣盲人福利協進會B學員)；「我都覺得滿新鮮，因為我不曾摸過，只有那個田螺我摸過，鳳螺我摸過也吃過，其實我覺得老師這樣不錯，因為我們以前喔，吃魷魚啊，吃花枝啊，我們都認為是沒有殼的，我們現在才知道是有殼的。」(社團法人臺中市啟明重建福利協會C學員)

更有學員過去社團老師曾經帶他認識螺貝類，此次課程一開始，他便辨認出了3種，學員表示：

「有其中3個貝殼我是以前有摸過，有印象，寶螺、芋螺，還有那個鸚鵡螺。」(社團法人臺中市啟明重建福利協會D學員)

也因為與社福團體及特殊學校考量學習時間不宜過長的關係，課程時間安排只有1至1.5小時，感到意猶未盡，學員表示：「我覺得時間可以再拉長一點，因為今天比較可惜就是桌上滿多種類，但是有一些是還來不及很細的去描述到，有一些長的很特別的形狀，我們都很想要知道是什麼東西，然後剛好可能時間比較不夠，那假如說可以下次有機會多一點點時間，我覺得應該我會對貝殼會更有興趣，可以瞭解更多。」(社團法人臺中市啟明重建福利協會D學員)。

海生館希望發揮博物館教育功能，鼓勵視障者多元探索並學習，認識館藏螺貝類，創造更多視障者科學啟蒙的機會。

