

# 海洋教育基本素養 水域安全教育

## The Way Of Water

馬公高中/張祖德老師

澎湖夏日午後的海邊，高中老師帶著海洋課程的學生準備下水實施珊瑚調查。學生從小參加游泳隊所以事前並沒有太大的擔心。拿到面鏡、呼吸管時她轉頭對老師說：「老師我不會用這個，我也從來沒在海裡游泳看過珊瑚，蛙鞋也不會穿耶」伴隨著驚訝之餘，老師的風險警覺也立即升高....

**問題一：在泳池水性很好速度很快，但不熟悉開放水域的游泳隊員，風險高嗎？**

**問題二：我們可以不靠近海邊來實施海洋教育嗎？戶外教育也可以不用帶出戶外，只要觀賞地理探索頻道即可？**

**問題三：如果真的要帶學生到戶外進行實察教學，學生的水域安全素養是否可以降低風險？學生的水域安全與自救能力如何培養？老師與學校的風險評估管理又要如何進行呢？**

### 山林海洋的台灣

2022年底全球最賣座的電影續集上映了。這部全球票房冠軍的電影場景設定，和我們生活所在的島嶼極為類似。電影的第一集背景是在山林，而續集則焦點轉至海洋。身為台灣人的我們在地球上可說是極其幸運，海拔從0到近4000米的垂直變化，我們可以像納美人在短短時間內從低海拔闊葉林漫步跳躍攀爬至高海拔針葉林，穿梭在高山草原與箭竹林內。而包圍島嶼的廣大海洋，溫暖的海水不但調節我們的氣候提供豐富的水產，也讓我們可以悠遊在無重力的水底世界欣賞多采多姿的珊瑚礁生態系和海洋生物。

山林與海洋的島嶼充滿美麗，但錯弱的地質與充滿變化的水文往往伴隨著各種風險與災害。掌管教育的上級單位懇切叮嚀我們各級學校，必須定期辦理各種的防災教育：國家防災日的「抗震保安、感動123」地震演練，全校同學頂著書包安靜有秩序地快速移動至操場點名、回報人數。消防防火安全宣導，各地消防局配合政策親訪學校，從教導同學正確使用滅火器到ABCD各種不同火災的分類辨識。與手機嗶嗶大響，沿海地區的海嘯警報演練提醒同學趕緊往樓層高

的方向移動。這樣的演練，對於防災減災緊急應變具有一定的效果，但是真正每年意外事故頻傳的水域安全教育，卻鮮少見到學校實際進行類似上述的演練。

## 海洋教育的第一步 水域安全教育

以我們學校為例，每學期體育課必考的默寫：「請寫出救溺五步」、「請問何謂防溺十招」。這樣的書寫考試不能說完全沒有效果，但若是能如同上述各種防災教育真正做到實際讓同學親自操作演練，效果必定更好。以我們的水域安全課程為例：救溺五步（叫、叫、伸、拋、划）。第一步的叫：大聲呼救，請問是溺者呼救？還是岸上的同伴呼救呢？通常溺水者是無法大聲呼救的，他連氣都吸不到了怎麼呼救呢？所以第一步的叫，一定是岸上的同伴發現了有人溺水的呼叫。但是大多數溺水來的無聲無息，必需要救援者能正確辨識溺水者的各種徵兆才會被發現。（譬如：雙眼無神頭髮散亂雙手拼命划水卻無法移動等等）。這些辨識與救援的實施，的確需要實際的上課演練（在安全無虞的泳池或半封閉水域讓同學親手操作）。



圖一：澎湖馬公高中的海洋獨木舟課程，在大海中上課



圖二：馬公高中水域安全課，正確辨識溺水者

要在短時間讓學生就能具備自救與救援能力不容易，因此善用浮具就很重要。在從事親水活動時最重要的浮具就是助浮衣或稱為個人浮力背心的PFD (Personal Flotation Device)，通常在台灣俗稱救生衣。但其實PFD和救生衣 (Life Jackets)在意義和功能上都有所不同。小島四面環海，但是問學生或一般成人對於這種水域安全的必備物品的正確穿著方式、種類、浮力磅數、功能通常都不甚清楚。這些需不需要讓學生學習正確的操作與下水練習呢？



圖三：馬公高中水域安全課，如何正確使用浮力背心

## 水之道

曾經和住在大山大水有著大片荒野的美國阿拉斯加朋友，一起來到澎湖從事水域活動。他們驚訝與喜悅地跳入海水中享受溫暖海水的包覆，欣賞大片珊瑚與其中悠游的魚群。他們那兒的海洋很難如此親人，原因溫度低到足以致命。我們的海水這樣溫暖宜人，海洋世界如此多采多姿。不能或不敢親近海洋是不是一件可惜的事呢？

台灣除了四面環海也有許多溪流湖泊，走出門接觸到水域的機率非常高。我們的基本國策從「海洋國家」的宣示、「向海致敬」的實際政策擬定，到現在海洋教育的大力推廣。如果學校課程的設定在海洋生物的研究、海岸地質的考察，或者是最近正夯的離岸風電的議題，學生和老師們走出教室必須面對的是開放水域的各種風險。這些風險的掌控與避險的能力，是非常需要實際的教學，這也是海洋教育的第一步水域安全素養課。

游泳池的游泳能力其實不足以應付開放水域的風險。很多我們的學生以為他在泳池可以游50甚至100,200公尺，到戶外開放水域一樣可以。這是一種非常可怕的誤認，以為室內培養的能力就直接可以用於戶外。我們術科課有一次要求學生不戴蛙鏡游泳，並模擬野外意外落水的狀況。當場就有自稱會游泳的學生變成完全沒辦法游，如果泳池的水深一點就要溺水了。

因此海洋教育的第一課應該是從學生的水域安全素養課程開始。而且必須要實際操作讓學生下水演練累積經驗，不能光只靠考試默寫救溺五步。唯有明白水之道，才能讓我們的海洋教育能更安全的進行。也是台灣期待成為海洋國家，每一位台灣人成為海洋之子的最基本養成。

期待未來每一個台灣小孩都能奔跑於山林，悠游於海洋。

## 海洋研習心得分享-傳統又神秘的補魚方法蹦火仔

羅東高工/海洋種子教師簡偉全

傳統又神秘的補魚方法--蹦火仔，目前全台灣只能在基隆發現它的蹤跡，每年僅有五月至九月這4個月的期間可以進行捕魚，位於基隆的台灣海洋學科中心，發現這傳統的技能就在當地。因此，規劃了這次研習，邀請各地的海洋種子教師進行一次傳統的捕魚技巧「蹦火仔」的研習(圖一)。



圖一、傳統的捕魚技巧「蹦火仔」

蹦火仔是利用魚群的向光性，追逐著海上的亮光，奮力往海面上躍起，爭先恐後，生怕錯過任一次機會。聰明的老漁夫了解魚的天性，利用了電石(碳化鈣 $\text{CaC}_2$ )遇到水後會產生乙炔( $\text{C}_2\text{H}_2$ )，點火燃燒乙炔，在海上產生強烈的亮光，吸引魚群聚集，進行捕撈。

此次的研習在下午四點於基隆碧砂漁港集合，種子教師穿著輕裝和當地的文化解說員會合。在完成出港前的準備之後，原以為是搭漁船出港，近距離看漁夫如何捕魚，沒想到竟然是坐上了漂亮且舒適的觀光船，來一趟結合地方傳統產業和休閒觀光的深度踏查。

海巡人員確認出海名單後，船緩緩開出了碧砂漁港，海面上微風輕輕吹來，我們從不同的角度欣賞著象鼻岩和酋長岩的景色(圖二)。天色慢慢暗下來，船長將船開往今晚的戰場，文化解說員沿途為大家解說「蹦火仔」的演變，往日是海上捕魚繁景，而今是漁夫為求新求變求生存，讓具特色傳統捕魚方式轉型為今日觀光休閒行程，今晚大家對漁夫的熟捻技巧感到萬分佩服，及如此近距離的了解傳統捕魚技法。



圖二、不一樣的象鼻岩

海面上的一束亮光是老漁夫依經驗在茫茫大海中搜尋魚群，在數次的搜尋中，發現今日主角「青鱗魚」的縱跡，捕魚船的火長果斷點火，讓暗黑的海面瞬間亮了起來，魚群看到了火光也奮力躍出海面，此時，在觀光船上的種子教師及遊客們大夥忙著按下快門及發出驚嘆聲。在兩三次的點火後魚群聚集後，數以千計萬計的青鱗魚一起朝火光聚集躍出，拿著捕魚網的漁夫就放下魚網捕魚，讓魚兒自己跳出水面落入魚網，也讓大家為此美景留下最美的讚嘆。此時的我也和大夥一樣努力的按下快門記錄這難忘的一刻。

在文化工作者的解說下，知道今日主角「青鱗魚」的大小和跳躍能力，聆聽解說的過程中，也觀察到漁夫在經過二~三次的尋找魚群和把魚群聚集後，卻沒有馬上下網，原來是找到的魚群偏小隻，所以放棄下網捕撈，這也讓我看到漁夫身體力行愛護海洋的動作，太小隻的魚就放棄捉捕，讓它在海裡有機會長大，而不是看到了就全部捉起來，或許適時的放棄有時有可能是為日後留下更好的契機。看著不遠處正在蹦火仔的漁船，和腳下的觀光船讓我有種時空交錯感(圖三)，或許這是另一個傳統和現代蹦出新的火苗，讓更多人有機會停下腳步深入了解我們的海洋，一起愛護海洋。



圖三、蹦火仔的漁船和觀光船在星光下的時空偶遇

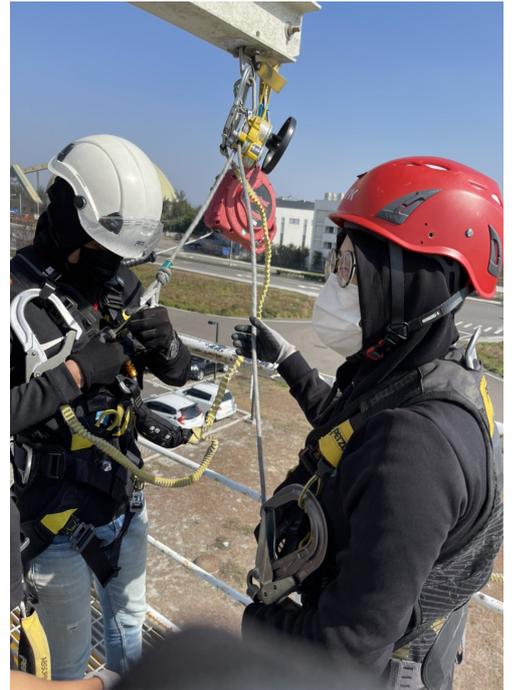
## 參加綠階風訓中心研習心得分享

國立臺東女子高級中學/戴妤珊老師

原本個人對離岸風機發電所知有限，因此當聽聞講師提及「全球有20多個優良風場，台灣就擁有16個」時非常驚訝，原來台灣深具潛力可以往離岸發電的方向發展。

上午課程由風訓中心講師簡介風電產業、GWO訓練課程以及實際訓練體驗課程。其中知道了基礎安全訓練中，對於海上求生能力、緊急救護、火場應變以及訓練高空作業及徒手搬運，訓練場地中就有游泳池與模擬風機爬梯。實際穿戴裝備及登高垂吊，在陸地上的風速就很驚人，的確要接受基礎及進階訓練，才能安全無虞地在離岸風機上施作。

下午課程首先安排組裝小小風機，實際製作果真能夠發電的小風機。尤其當用嘴巴吹無法通電，而到戶外強風吹拂之下，小紅燈亮起之時，透過手作深刻理解風機真的是交流電(因為原本裝設錯誤)，並且是眼睜睜地看到真的可以發電。這部分可以帶回教室，與海洋社群的老師們討論，是否在我們的《人與海的協奏曲中》先作為雨天備案課程，日後試試看再設計成系列課程。



之後由教授深入介紹目前全球離岸風機發展的現況。自2017年離岸風機裝置容量已達539.6GW，相當於400多座核能機組發電容量，為目前最成熟的再生能源。也由於台灣核能發電廠即將一一退役，2025、2030年將往淨零排放的目標，必須要有穩定的再生能源來填補6%的核能發電，離岸風電即是目前最佳發展考量，台灣可開發潛力大於20GW，這將是比太陽能供電更穩定的選擇。教授介紹了全球第一座離岸風電的1991年的丹麥，以及目前發展最多的歐洲(以英德最高)，而中國也有自己獨自的風機系統；台灣在這一方面的產業，因早期台商已到中國發展，做了相當多中國風機相關產業。因此想要建構產業供應鏈，搶攻亞太市場，是很可行的產業發展。目前與歐系廠商磨合中，因為歐規要求相當嚴格，尤其對焊接與彎曲相關的組件，是台灣需要提升此技術以相因應。教授認為台灣的技術沒問題，目前只缺乏最核心的發電機技術不會。

另外教授有提到目前施作以單樁以及套筒式(3支或4支)的風機為主，未來將會走向浮動式平台。單樁影響海洋生態最大，浮動式最小，而且也可以避免地震帶來的危害。這次課程以介紹相關產業為主，在離岸風機對生態環境的破壞並沒有多所著墨。這希望日後海洋科教

中心再安排相關課程，去深入理解可能對於彰化蚵農、海豚魚類的聚集人工魚場(套筒下)，以及對鳥類、人類可能被低頻噪音所安擾的相關議題。

最後非常感謝梧棲驛站海巡單位的副隊長即所有參與的海巡人員，他們對海洋保護的熱情真的深深感動著我，看著副隊長對於其運用海廢所做成的裝置藝術，布置著海巡隊裡裡外外，也到學校去宣導保護海洋的重要性，也用心的解說其海洋廊道(有著大白鯊的嘴巴入口)。另外也非常謝謝臺灣海洋教育中心的工作人員婉君的全程規劃參與與協助，設計優良的研習活動。

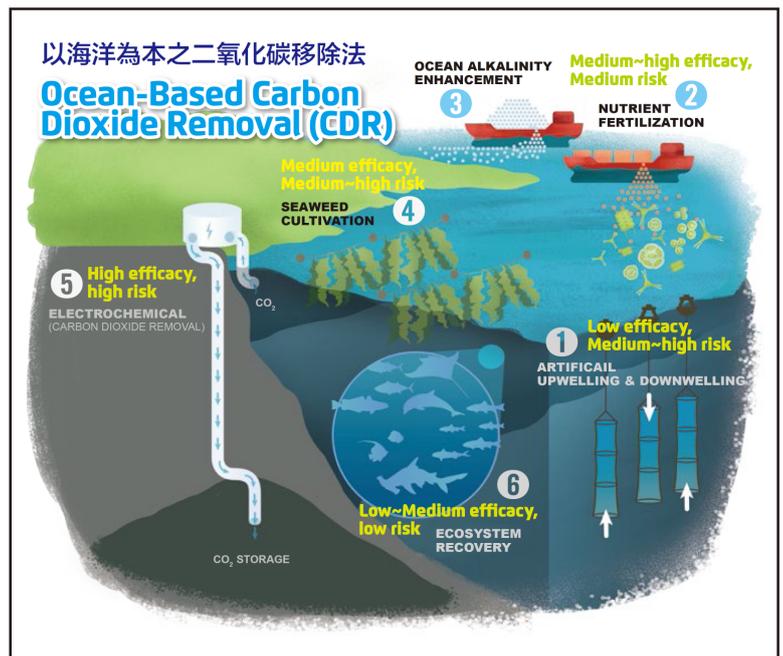


## 養鯨固碳-保育鯨魚對於全球碳循環的重要性

國立中山大學海洋科學系/張詠斌

### 全球暖化，氣候變遷

在今日，如果隨機詢問高中學生5個環境議題，大概氣候變遷與全球暖化都會榜上有名。隨著大家越來越關心氣候異常的問題時，科學界也已清楚主要就是全球的碳循環出了問題，特別是人為排放的二氧化碳，其主導了全球近60%溫室效應的影響。人為活動每年所產生的二氧化碳排放，大約有1/4是靠海洋所吸收，吸收的過程除了靠溶解作用外，海洋生態系統所吸收的二氧化碳也相當可觀，因此近年來有很多藍碳的倡議，希望能藉由增加海洋中的基礎生產力來提高二氧化碳的自然吸收作用。而隨著科學研究的日益更新，海洋學家們也發現了更多海洋生物對碳循環的貢獻，其中有些更是相當有趣且迷人。在2022年美國國家科學院報告中即指明，可以藉由增強6種海洋作用來幫助移除大氣中的二氧化碳，不同的作用其效率與風險都不同，其中風險最低但效率還不錯的是恢復海洋生態，而另外效率中上但風險較高的則是藉由添加營養鹽到海洋，來增加海洋基礎生產力的生長(圖一)。但有沒有能兩者兼而得之的方法呢？



圖一、2022年美國國家科學院報告中提出的6種以海洋為基礎的減碳作用，其中第3項是增加海洋生產力，第6項是恢復海洋生態系統。(修改自2022年美國國家科學院報告)

### 北冥有魚，其名為鯨

鯨豚動物，是主要生活於海洋中的哺乳動物，因其可愛且龐大的外型，而受到許多人的喜愛，堪稱是海洋生物中的超級明星物種。從化石紀錄裡面可以知道，鯨豚動物的祖先大約從5

千5百萬年前開始演化，因應其習性與生活環境而逐漸演化成適合在水中行動的外型，且由於海水浮力的幫助，解放了重力對其體型的限制，外觀逐漸變大。然後在3百萬年前開始，在地球氣候逐漸變冷的過程中，為了維持身體的體溫而發展出累積脂肪來保暖的機制，因此體型進一步的變大，最終演化成現今非常巨大的體型。

## 因其大，故能成其多

鯨豚主要分成兩類，鬚鯨與齒鯨，而鬚鯨的體型普遍大於齒鯨。其中屬於鬚鯨類體型最大的藍鯨，更是已知地球上史以來最大的動物，其體長最大接近30公尺，體重最重可達約180公噸，真是一種龐然大物。鯨豚因為體型較大，因此生長速度很快，以最大的藍鯨為例，剛出生的藍鯨寶寶，每天平均會以約100公斤的速度增加體重，這是現今自然界中最快生長速度。藍鯨在其快速成長的階段，每天都需要大量的進食，其食物的主要來源是海洋中的浮游生物，每天平均會攝食超過10公噸以上的浮游生物，這麼多生物被吃進去後會快速轉化成蛋白質跟碳水化合物(包括脂肪)，因而將碳固定在藍鯨身上。因此，浮游植物會行光合作用將大氣與海水中的二氧化碳吸收，然後浮游動物吃進浮游植物後再被藍鯨捕捉，層層的能量轉移過程中，自然界的二氧化碳就經由生物作用而轉變成固態的碳固定在藍鯨體內，脫離了大氣中的循環。一隻藍鯨體內可能就會保存30-40公噸的碳，而藍鯨的平均壽命約是80-90年，換句話說，藍鯨可以協助將大量的碳固定在體內將近100年的時間。而更特別的是，吃得多就排泄的多，藍鯨一次的排泄量會超過200公升，這麼大量的排泄物對於浮游植物來說，都是可以幫助生長繁殖肥料，科學界也已觀察到藍鯨排泄後的幾天內，附近海域的浮游植物會有快速生長的現象。所以自己的食物自己種，藍鯨大量的進食與排泄，會同時刺激海洋基礎生產力的快速生長，而浮游植物的生長則會幫助固定大氣中的二氧化碳，這些碳再轉移到鯨豚體內儲存，而得以幫助減少溫室效應氣體。也就是說，一隻大型鯨豚動物的生長歷程就是一座森林的發展過程，而我們都知道種植樹木、養育森林可以達到減碳固碳的生態功能，因此保護一隻鯨豚讓其順利生長就等於是守護了一座森林。

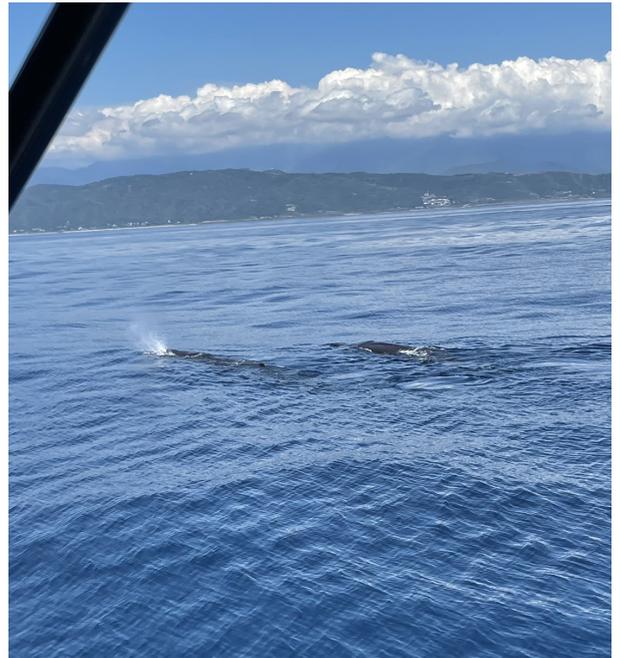
## 生得其用，死得其所

在1987年時，海洋學家首次發現一個特殊的深海生態系統，他們在一隻鬚鯨屍體附近，觀察到與深海熱泉相近的生物，因而促使了更多的研究。隨後發現當大型鯨豚死亡後，會先在海表面漂浮幾天，屍體開始發脹腐敗，這過程中會有很多肉食性的生物開始進食，然後屍體慢慢下沉，在下沉過程中會持續提供食腐生物享用，過程長達幾週到幾個月。隨著大部份的柔軟組織被吃掉後，鯨豚屍體沉降至海床，然後吸引深海跟底棲性生物靠過來繼續覓食，而當所有可食用的軟組織都吃光後，開始有生物利用儲存在骨頭中的油脂，例如食骨蟲(bone-eating worms, 學名為Osedax)，這時候是屍體分解的第二階段，這個階段會持續數年之久。在過程中，可以利用的東西越來越少，但是對微生物來說還是非常豐富的資源，因此當微生物主導這個生態系統，特別是厭氧的微生物將油脂轉化成硫化氫，支持親硫生物的生長時，就是第三階段的過程，而這個階段的生態相會跟深海熱泉非常接近，主要都是靠行化合作用(Chemosynthesis)的微

生物在支撐。由於這個生態系統會在貧瘠的深海出現，且是由於鯨豚屍體所形成，因此有一個非常美麗的名字，稱為鯨落(Whale Fall)。一隻鯨豚的屍體就是一座深海綠洲，提供很多底棲生物棲息、繁衍、旅途的休息站，也因而讓深海生物，特別是底棲型生物可以遷徙跟生長。鯨落所形成的特殊生態系，可以讓地球的物質做最完善的循環，沒有資源是被浪費的，而這些生態系統的發展過程，都可以讓碳被固定及儲存在深海，而不會在影響到大氣中二氧化碳的濃度。因此，不管是死的鯨豚還是活的鯨豚，可以留在海洋裡面的鯨豚才是最好的鯨豚。

## 守護鯨魚，保護海洋

臺灣有相當豐富的鯨豚生態系統，在全球已知有90種，其中在臺灣附近海域被記錄過的有31種，等於1/3的鯨豚就生活或是生命旅程中會經過臺灣海域。而在化石紀錄中，也發現臺灣過去有幼生的灰鯨，表示臺灣附近海域可能是灰鯨的育幼或繁殖場所，所以臺灣跟鯨豚的淵源很深。臺灣有非常好的潛力可以發展鯨豚的觀賞事業，就像現今已在臺灣東部發展非常成熟的賞鯨活動一樣(圖二)。所有的鯨豚生物在臺灣都已經被歸類成保育類生物，因此，我們也希望在發展賞鯨事業的同時，也能強調鯨豚在固碳減碳作用中的重要性。在保護鯨豚的同時，也能更進一步的保護鯨豚生活所需要的海洋環境，而能讓臺灣得以在未來碳權交易及碳匯評估上，可以從保護良好且完整的海洋生態系統中獲益。



圖二、作者參加花蓮賞鯨船時，拍攝到的抹香鯨母子共游海域的畫面。