

海中的巨人—鯨魚適應海洋的構造與方法

篇名

海中的巨人—  
鯨魚適應海洋的構造與方法

作者

張鈺敏、曉明女中、高二戊班、20 號

## 鯨魚適應環境的構造與方法

### 壹、前言

海洋是一切生命的源起。而海裡的生物有著與陸地生物不同的型態、外貌和生活方式，而其中讓人們喜愛，甚至還不辭千里的搭乘船隻到海上，只為一睹他們可愛模樣的，就是鯨魚了。在《鯨騎士》這部電影裡，主人翁與鯨魚們的溫暖互動和關係，更讓觀眾感動不已。牠們雖似魚，但卻是和人類相同的哺乳類。祖先原是陸棲的鯨魚，卻能夠成為現今體型最大的生物，還可深入水底，適應水生環境。鯨魚能成為海洋適應良好者，到底是憑著什麼構造和策略？此問題引起筆者研究討論這至今仍尚未明朗的鯨魚。

### 貳、正文

鯨類是一種生活在水中的哺乳動物，牠具有和陸上哺乳動物相同的生理特徵，例如用肺呼吸、胎生、溫血等。水比空氣更加黏稠的介質，使得水中運動較為困難，水也比空氣導熱、傳聲較快而不易減弱。所以鯨魚必須為了適應水生環境而演化出特殊生理構造。不過雖然水對鯨魚而言，是挑戰性較高的生存環境，但也是一個有利可圖的地方，最大的優點就是水的浮力可幫助鯨魚抵抗重力。以下便分為若干點敘述。

#### 一、外型適應

鯨魚祖先原先生活在陸地，後來經長期演化，構造也更加適應水棲環境，如強而有力的尾鰭來游泳、前肢變成鰭片狀以控制方向、後肢慢慢退化，使得肢體能更有效地做為舵和推進力，同時減少身體表面積等。此外從早期鯨魚頭骨化石可看出牠們鼻孔漸移到頭頂，以便於海中呼吸。（註一）

在海中為了減少水的阻力，以便順暢游泳，牠們減少了耳垂、脖子的縮隘、外露的乳腺、外生殖器及毛髮，以及後肢、骨盆等處的凹凸，變慢慢形成流線型體型。（註二）若我們用手摸一隻鯨魚的身體，將發現牠的皮膚極光滑，無任何凹陷，也沒有頸部，其輪廓由頭至尾是紡錘形的，這些都可以降低阻力，如瓜頭鯨的圓頭像彎曲球狀的大小會降低水中的阻力。

#### 二、游泳方式

雖然鯨魚體型巨大，但仍擁有驚人游泳能力。虎鯨是海洋哺乳動物游得最快的，每小時高達 56 公里，此外，有些鯨魚在季節性遷徙中，可以游好幾千公里遠。（註三）而這種能力，主要來自脂肪下巨大肌肉產生的推進力。

當肌肉作用時，尾部向上移動，水由上方向下移到尾鰭下面，產生亂流，在尾端形成 3 個漩渦，當尾鰭再向上拍擊，尾鰭下方產生一個低壓區，使得尾部下彎，水由頭和身體表面向後拉，這使得鯨魚向前向下移動，來抵抗前鰭的水平作用。由於這種身體向前及向下的運動，使得斜經身體向後流到尾鰭的水，速度增加，而尾端的漩渦則沖離身邊。尾葉先放鬆，然後開始向下拍擊，當尾部的腹肌向下拉，尾鰭即開始向下捲曲，同時水由旁邊流出，而不是向後加速。頭和胸部的浮力，則是因內部大量的油而增加，當持續向下拍時，頭會上升。水流經身體向後的形式，與向上拍相似，但無正向的加速。（註四）

在這樣一次拍擊中，水流經身體的正向加速，使產生層流，在層流的存在下，鯨魚游泳時，可藉此大為降低高速游泳所需的力量。而前肢變得平滑的扁平狀，可做為水平舵的功能。

鯨柔軟的皮膚也可以增加速度，雖然皮膚和鯨油是固定的，但卻非不變的。當鯨魚高速游泳，表皮會起伏，以打消水渦，這種皮膚表面的細微改變，可以降低水渦的作用。（註五）

### 三、體溫調節

鯨是哺乳類，保持體溫非常重要。流線型的身體可有效禦寒，而身體沒有凹凸可縮小表面積，減少散熱。

而鯨厚厚的皮下脂肪也可防寒。高緯度的鯨魚擁有「脂皮」的厚皮下脂肪層。例如北極鯨擁有最厚的脂皮，脂皮最厚的地方厚約 50 公分。（註六）

相對的，鯨魚在前鰭、尾鰭、背鰭等無鯨油的地方，血流經這些部位時，會明顯導致熱量散失，而血管會產生一種變化，可降低熱的散失。這機制即為“逆流熱交換”，這種基本的機制，在陸生哺乳類也存在，包括人類。在供給先端主要的小動脈，由深部向外流，通常伴隨著 2 條以上的靜脈，熱在動靜脈間流動，故血液在接近末端時，會變得較冷，而接近內部時較溫暖。鯨類中，這種機制則變為小動脈完全包在靜脈竇中，以增加“逆流熱交換”的效應。（註七）

### 四、壓力調節與潛水

當鯨潛水時，每增加 10 公尺深時，水壓就增加一大氣壓，而這些壓力會平均地傳到身體的每一部分。鯨的大部分身體也都不會因加壓而變形。但在肺及呼吸到

中的空氣則會因加壓而壓縮，肺會凹陷，使大部分空氣壓到呼吸道而到達出氣口，供應這此通道的血管較肺少且距表面遠，故空氣交換到血的氣體減少。另外，當肺凹陷時，內襯也變得較厚，微血管中的血也進一步的移出空氣。

鯨類的中耳腔的廣闊血管在壓力下時，血管會膨脹，腔內的容積降低，以此方式，可保持中耳與外界等壓，隨著潛水，壓力改變時，這機制自發地調節中耳內的壓力。

有研究顯示抹香鯨可潛入水深 3000 公尺處（註八），而其關鍵就是其頭部內的「腦油室」，當抹香鯨由鼻孔吸入海水時，腦油會冷卻固化，體積減少，密度增加，這時重心往前移，身體自然下降，只能靠尾鰭推進到深處。相對的，當海水從鼻孔排出，腦油附近的血管擴張，血液使腦油溫熱液化，頭部變輕，身體就上升浮起。

至於鯨魚為何不會得潛水夫病？原因為牠們不是像潛水夫一樣呼吸壓縮空氣，當人潛水時，可以無限地供給壓縮空氣，而當深度增加，水壓也增加，氮氣溶在血中的體積減少。而潛水夫病則是在上升時形成的，上升的減壓，會使得溶在血和組織中的氮氣釋放出來，而肺則無法即時除去這些氮，使得血和組織生出小泡，這種情形就像汽水開瓶後，內部壓力降低，使 CO<sub>2</sub> 冒出形成泡沫。另一方面，鯨類是一次呼吸的潛水者，潛水時體內只有肺及呼吸道中的空氣，故相對只有較少的氮氣溶在水中及組織，所以被認為較不會產生潛水夫病。（註九）

## 五、呼吸作用與潛水

鯨魚必須在露出水面的極短時間內，呼吸潛水時所需的氧氣。鯨類呼吸的頻率較陸生哺乳類少，但呼吸較深，且獲得較多氧，同時牠們在每次呼吸時，交換較多的肺部空氣。牠們會在潛水前吸進空氣，使得肺部脹大。而鯨魚的呼吸系統有一些不尋常的外型，像是為避免水進入呼吸道，鼻道是旋繞狀，其咽(呼吸道上端)延伸到鼻腔，而非開口於喉。

鯨魚為增加氧氣的儲存能力，而改變循環系統及肌肉的化學成分。鯨魚的血液佔體重的 10-15%，而人類則只有 7%，更重要的是，負責運送氧的血球細胞「紅血球」，也比較多。血中血紅素的濃度更是高於陸生哺乳類，這增加了血液攜氧的量。血紅素同時亦出現在肌肉，通常被稱為肌紅蛋白，其對氧的親和力大於血紅素，故血所帶的氧可迅速地移到肌肉。肌紅素在鯨類亦比陸生哺乳類多，且濃度較高，這也使肌肉顏色特別的深。

當氧不足的時候，不能完全分解肝醣，則中間過程被打斷，產生有毒的乳酸，即所謂無氧代謝（註十）。在鯨魚，能吸收足夠的 O<sub>2</sub>，使潛水時，大部分是有氧的代謝，而最重要的是，增加儲存及運輸 O<sub>2</sub> 的能力。然而，在長的潛水期中，

至少有一此組織會用盡其存氧，改用無氧代謝供能。深水期的後期，鯨魚能勉強有足夠的氧維持心臟活動，而甚至腦部，也可能進行一些無氧代謝。

## 六、呼吸孔

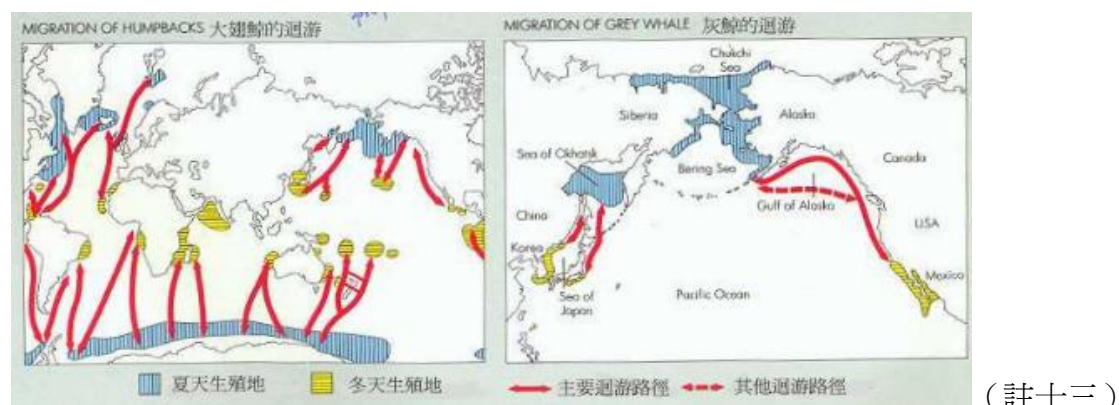
我們在一些卡通或圖片會看到鯨魚從頭頂噴水，其實那地方是其鼻孔：鯨魚的呼吸孔，位於頭部的最高點。因此呼吸時，只需有少部分的頭和背需露出水面，當快速游泳時，鯨可以很快的呼出及吸入空氣。鯨類呼吸一次即將肺中所有空氣全部替換，相對於陸生哺乳類的換氣量不到 10% ~ 15%，牠們換氣量高達 90%。（註十一）

而鯨魚的噴氣是由排出的氣體和冷凝的水氣組成的，也包含有從氣囊內皮跑出的細小油滴形成的乳劑，由氣管腺體分泌的黏液，以及肺釋出的表面劑(Surfactant)。表面劑是一種脂肪蛋白的混合物，能減少肺泡的表面張力，幫助肺的換氣。

噴氣的頻率視鯨魚在做什麼而定。噴氣行為沒有妨礙時，大型的鯨魚通常會每分鐘做一次或多次有規模的呼吸，然後會潛水一段時間，一旦露出水面就會開始呼吸以除去乳酸和二氧化碳，同時肌肉中的肌球蛋白開始儲存氧氣，另外靜脈血可能也得到更多的氧氣以備下一次的潛水之用。

## 七、迴游

鬚鯨類夏天多在高緯度飽食、儲存脂肪，冬天就往低緯處遷徙，在那裡交配，而且幾乎不進食，受乳和育子則於前往寒冷區進行索餌迴游之前結束。研究人員近年來利用 DNA 識別個體方法，發現大翅鯨由印度群島進海到北方巴倫支海，遷徙一萬多公里（註十二）。而現今也用人造衛星追蹤鯨魚迴游情形。



除了以上敘述，鯨魚特別龐大的腎可排除過高的鹽分，對於生活在鹽分較高的海中的鯨魚是非常有用的。

#### 參、結論

鯨魚的環境適應力強而且恰到好處，牠們演化出了在海洋中有利的流線體型、能適應海洋的生理器官，生活方式又與環境相輔相成：像抹香鯨爲了覓食潛水到 3000 公尺深海底；藍鯨演化成 31 公尺長的巨大體型；利用浮力消除重力；鯨魚也隨四季變化迴游，牠們的繁榮並不是沒有理由的，不得不讓人讚嘆生物的強韌生命力。

但由於人類的慾望，牠們被濫捕濫殺，鯨魚的數量銳減，有些瀕臨絕種甚至已經消失在地球上，爲了這特別的生物，也更爲人類自己，我們必須保育這奇妙的生物。

現在鯨魚仍有許多充滿謎題的地方，關於牠們如何溝通、擱淺原因及迴游機等，仍需我們的研究探討，我將會繼續觀察蒐集有關鯨魚的訊息，期望能徹底解開這些謎底，了解這些可愛的的朋友。

#### 四、引註資料

註一、《目擊者》。p8。瓦西利·帕帕斯塔夫洛（1994）英文漢聲出版有限公司。

註二、《牛頓雜誌 233 期》。p36。

註三、《目擊者》。p19。瓦西利·帕帕斯塔夫洛（1994）英文漢聲出版有限公司。

註四、中華鯨豚協會 <http://www.whale.org.tw/>

註五、同註二

註六、《牛頓雜誌 233 期》。p36、37。

註七、同註四

註八、《牛頓雜誌 233 期》。p38

註九、同註四

註十、同註四

註十一、同註二

註十二、《牛頓雜誌 233 期》。P48

註十三、同註四