

永續海鮮的生物學

The Biology for the Sustainable Seafood Guide

廖運志 國立海洋科技博物館

Liao, Yun-Chih National Museum of Marine Science & Technology

市場上人潮熙攘，彷彿走在一條輸送帶上，不必花費太多力氣，擁擠的採買人潮自會將你緩慢向前推進。農曆春節前夕的最後一個週日上午，傳統市場人聲鼎沸，空氣中瀰漫了歡喜辦年貨與趕著採買的焦慮氣氛，攤販們無不使盡全力地叫賣招攬客人，有些魚販正一邊迅速有效率地處理著內臟，同時還要幫忙打包與找零，不遠處正傳來幾位婦人因為不耐排隊久候而大聲嚷嚷著，真是熱鬧極了。



來來來，尚青ㄟ擺在這！

此時，視線被一尾平攤橫放、幾乎佔滿整個魚攤的大型魚類所吸引住。哇，這可是我所見過體型最大的嘉鱚魚。體色鮮赤、油亮的身體表面下綴著如星光般閃亮的寶藍色斑點，厚實的下頷與口內那排列整齊、呈現椎尖狀的密齒，顯示著這尾成魚可輕易地咬碎底棲甲殼動物及掠食其他魚類。俗諺說「一午、二紅衫、三鯧、四馬加、五鮓、六加臘」，臺灣民間好吃魚類的排行榜第一名是午仔魚（馬鰱），依次則為黃臘鯔、白鯧、馬加魚（鰻魚或稱土魷魚）和鮓魚，排名第六則是眼前的這尾嘉鱚魚。由於嘉鱚魚的風味極佳，體型勻稱，搭配應景的赤紅體色，在日本被稱為「真鯛」，意指真正的魚，因此在年節時期也特別受到歡迎。

每個人的買魚經驗及管道都不同，超市上陳列已經去頭去尾的魚片、魚柳方便消費者直接料理，但仍有人習慣上傳統市場向熟識的魚攤購買，有些人



海鮮挑選首重新鮮，仔細觀看魚的眼睛是否清亮、飽滿？眼睛白濁、塌陷或充紅則較不新鮮；魚體及鱗片是否完整？新鮮狀態的體表黏液清透不黏稠，魚體呈現油亮光澤，經反覆解凍或退鮮的魚體則暗沉無黏液；新鮮魚鰓顏色紅潤，反之呈現暗深或淺淡。輕輕按捏魚體是否有新鮮肌肉的彈性、腹部是否因退鮮而呈現軟綿、破損；選購時亦可將鰓蓋撥開，或將魚體表面黏液塗抹搓揉後聞聞看是否有異臭

則直接到產地漁港採購更新鮮的海產。過去因自家經營海鮮店的緣故，偶爾陪著父親去進貨採購，也累積了一些挑選海鮮的經驗。海鮮挑選首重新鮮，需要運用到眼睛、鼻子及手的觸摸來仔細辨別，而經驗豐富者則常會再詢問產地及漁撈方法等問題，因為這些因素往往關係著品質與價格。

近年來，無論在臺灣海域或全球各地都因為過度捕撈、棲地破壞消失、海洋汙染、氣候變遷，以及外來入侵種等問題，導致漁業資源快速枯竭。許多大型、具有經濟價值的野生魚類已漸漸從餐桌上消失，取而代之的是大量以人工繁養殖的魚類及海鮮，魚類體型小型化與提前性成熟等特徵改變的趨勢讓科學家擔憂，並預估未來三十年內恐將面對無魚可捉、無魚可吃的窘境！

究竟挑選海鮮的時候應該如何考慮，才能符合永續的理念呢？近期藉由學者及消費者所發起的海鮮選擇環境行動，扮演影響改變、讓海洋能被永續利用的關鍵力量，陸續已有「全民挑海鮮」、「臺灣海鮮選擇指南」及「永續年夜飯」等活動，除了提供海鮮選擇上的遵循原則，將選擇區分為建議、想清楚（斟酌食用）及避免（禁止食用）等三類，同時也列出建議挑選的原因、來源、漁法、資源量及生活史特徵等資訊，作為消費者挑選的參考依據。本文將藉由海鮮選擇原則來認識常見的海鮮及相關生物學知識，搭配對漁具漁法的了解，讓未來食用海鮮也可以很永續。

整理海鮮選擇指南的原則要點並舉出一些實例，說明如下：

選擇數量多、常見的種類， 避免稀有、瀕危種類

建議選擇沙丁魚、竹筴魚、白帶魚及秋刀魚等，屬於體型小、生長速度快，野外數量尚豐富。避免鯨鯊、隆頭鸚哥魚、曲紋唇魚（俗稱蘇眉或龍王鯛）及日本鰻魚等屬限捕、禁捕或已列入保育類的物種，因體型大、成長慢，過度利用後資源不易恢復、易瀕危。

海鮮挑選原則提到了體型小、成長速度快等生活史特徵，這與生命形成過程中包含受精發育、幼魚成長、性成熟、交配繁殖及死亡等階段有關，表示不同時期的存活率會與生長環境、生態習性及和其

他物種之間的交互作用，如捕食、競爭、寄生、洄游、遷移等息息相關。

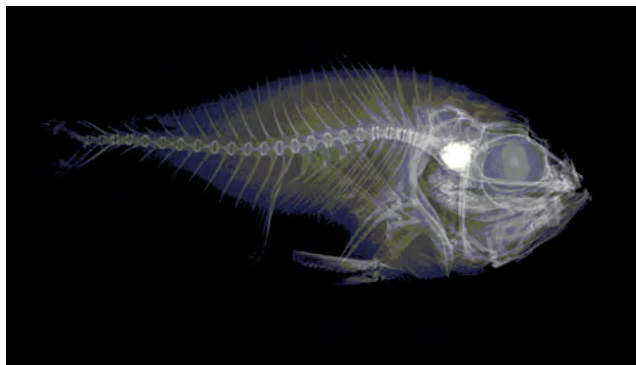
一般而言，小型魚類如沙丁魚、竹筴魚、四破魚、秋刀魚等，都具有生活史短、成長速度快（大多約1年左右或2-3年內即達到性成熟）及產卵數目較大的特徵。這些魚類採取的生殖策略在生態學上歸類為「r-選汰策略（r-selection）」，亦即產下大量後代的卵海戰術。這項生殖策略與生活史特徵的優點是，當產下大量後代遇到食物來源豐富、捕食者較少、或環境暫時穩定等較佳的生存條件時，族群的存活機率和數量會大量增加，新生後代又能快速增殖，即所謂「物種的大發生」，漁業撈捕將可預期大豐收。然而此生殖策略也有缺點，若當生存環境

變動較大時，族群量就容易受到影響，因此漁業撈捕量極易受到大尺度環境的影響，例如海水溫度會影響初級生產量，造成漁場資源量受到明顯波動。

另有一類物種體型較大、生活史長、成長速度慢、性成熟年齡須超過5年以上，採取的生殖策略為產卵數量較少，如鯨鯊及其他的鯊魚。牠們藉由產下較少的大型卵或發展為卵胎生來提高後代的存活率。以鯨鯊為例，臺灣在2002年實施限捕以前，年捕獲數量可超過200尾，後來政府雖然逐年遞減捕捉量，並於2008年實施全面禁捕及販賣，但根據資料顯示，早期捕獲個體有九成皆為未成年的幼體，已呈現過度捕撈，近年來資源量是否恢復仍是未知。



日本鰻魚雖以人工養殖的方式供給市場，但目前仍無法進行完全養殖，需從野外撈捕魚苗。每年10月底至農曆新年以前是撈捕季節，由於野生鰻苗捕獲量逐年減少，每尾細如繡針的鰻線還曾經飆至近200元的收購價。2014年國際自然保育組織IUCN已將日本鰻列為瀕危物種，臺灣於2013年公告每年3月至10月期間為禁漁期



金眼鯛X光照片，可見頭骨、脊椎骨、軟硬棘與鰭條等構造。其中，頭部顱骨底部左右成對的白色硬塊是耳石。研究魚類的不同生活史階段常需要知道何時達到性成熟（生殖年齡）及生命的週期（壽命）等，因此魚類的年齡判別，是探討生活史、生物學、生態學及漁業資源管理的重要工具。魚類年齡的判別常利用身體鱗片、耳石、脊椎骨或鰭條切片的輪狀紋計數來驗證與推估，這些輪狀紋是魚類成長時所逐漸形成的生長痕，就好像樹幹切片的年輪構造，可以用來推算年齡或日齡



棲息深海的魚類有生長速度慢、成熟年齡較晚等特徵。圖中的桶棘鯛需18-30年才會達到性成熟，壽命甚至可以活到150歲，若過度捕撈則資源恢復不易



照片中為俗稱目孔的脂眼凹肩鰺，體型大約手掌大小，屬於數量多的常見中表層小型魚類，常為一支釣所獲。除了漁法較永續外，品質新鮮、又可讓當地家計型漁業的小漁民受益



沙丁魚和鰵魚同屬於小型魚類，是世界上漁獲數量最大的兩個類群，但因數量太多、體型小、處理上較為麻煩，故目前除了少數地區列入食用外，大多都用來作為生鮮餌料或轉為魚粉飼料之原料。但消費者如能細心料理，仍是相當美味價廉的優質海魚！



曲紋唇魚（俗稱蘇眉、龍王鯛）為珊瑚礁代表性魚類，壽命可達35歲以上。雖然所產的卵屬於數量較多的浮性卵，有助於受精卵隨著洋流漂送至更遠距離的棲地，生殖策略應屬於卵海戰術的r-選汰型，但生長緩慢，需5-7年才會達到性成熟，且具有先雌後雄的性轉變現象。根據學者推估，目前臺灣海域與隆頭鸚哥魚合計的總數恐不及30尾，已經在2014年列入保育類野生動物



鯨鯊曾廣泛分布於世界三大洋，最大體長達21公尺，相當於一臺標準貨櫃車長，常見約3-6.5公尺，約一臺公車大小。生殖特徵為卵胎生，卵數約300顆；成熟年齡應超過30歲，此時體長約8公尺以上，屬於生長緩慢、性成熟較晚之魚類，過去捕獲個體大多為幼魚，已呈現過度捕撈，資源恐不易恢復



鯖魚因廣泛棲息於大洋的中表層，除銀白的體色提供隱蔽效果外，背部呈波浪狀水紋，巧妙地將身體的輪廓隱藏起來



史氏紅諧魚俗稱紅鰷魚或紅肉懣仔，棲息於岩礁區200公尺以下較深的大陸棚邊緣海域，以小型魚類及無脊椎動物為食。紅色的魚體在深海的弱光或微光環境下提供極佳的保護色

選擇體色銀白色的洄游性魚類，避免有明顯體色、大多棲息於岩礁的定棲性種類

因棲息於中表水層之洄游魚類，數量較多、撈捕的方法不會破壞海底環境。避免體色鮮艷的珊瑚礁魚類，因為數量較少、定棲性魚類資源恢復較不易。

例如上述曾提到的沙丁魚、竹筴魚、四破魚、秋刀魚等，都是屬於大洋中表層水域的洄游性小型魚類。因棲息的大洋環境或水域往往深不著底，且無明顯遮蔽物與藏身處，而牠們銀白的身體好似一面銀鏡，恰巧可以反射四周環境提供隱身的效果。此外，為了躲避來自下方的掠食者，這些魚類也演化出腹部呈現為較淡的銀白色，當掠食者由下往上看

時，白色的腹部將完全與水面上方的天空融合為一體；而魚體背部的墨綠色，則如同從海面下望的深邃海洋，完全瞞騙了水面上的飛鳥等捕食者，為牠們提供最佳的隱藏效果。

棲息在較深的中底層水域或底棲魚類，體色往往呈現紅褐色，這樣的演化有助於保護自己。太陽光由各種不同顏色與波長所組成，穿透海水時因不同顏色的波長與能量不同，所以有穿透深度上的差異。紅光因波長較長、能量較弱，穿透水面下約六米後即被吸收，藍光則因波長短、能量強，能持續穿透海水至數百公尺之深。因此，數十公尺以下已無紅光可反射出魚類身體的顏色，例如濱鯛、燧鯛等紅色的深海魚，在暗黑的弱光或微光環境下，其實是呈現出與背景相似的黝黑保護色。



深海魚類常在撈捕的過程中因壓力快速改變，造成眼睛突出、口含氣囊的特殊景象。主要是因為體腔內具有填充氣體與提供浮力調節功能的魚鰾，在上升中壓力瞬間變小後急速膨脹，並將胃部推擠、翻出口部。照片中口部的氣囊就是原本位於體腔中的胃部內壁。圖為剛起網的角魚



鸚哥魚及刺尾鯛等珊瑚礁魚類因喜刮食藻類，能抑制與珊瑚競爭的藻類大量繁生，且刮食後所空出的空間恰可提供其他生物附著生長，增加生物多樣性，在生態上扮演相當重要的角色。因此，海鮮指南將鸚哥魚、刺尾鯛、蝴蝶魚、金鱗魚、石鱸、裸胸鯨等珊瑚礁魚類歸為避免食用



裸胸鯨屬於珊瑚礁或岩礁定棲性魚類，常躲藏岩石縫隙之間以伏擊獵物。生活史中受精卵孵化後的幼魚身體透明而扁平，需經歷數個月在大洋中漂浮成長，又稱為柳葉鰻幼魚期，經身體變態發育後才轉變成底棲性的稚魚。因具有定棲性、成長較慢、且受捕撈後不易恢復等特徵，因此在國際珊瑚礁體檢(Reef Check)中獲選為珊瑚礁指標性魚類

棲息於珊瑚礁或淺海岩礁的魚類，常呈現繽紛且鮮豔的體色或線條，藉此破壞身體輪廓，或隱身於背景環境中讓掠食者眼花撩亂，為牠們提供了絕佳的隱蔽效果。石斑魚、裸胸鯨等定棲性魚類，除了會為攝食進行短距離移動外，常固定生活在一定的範圍內，或藏身於岩礁石縫之間，往往也具有強烈的領域行為。因此通常一個區域內僅有少數的個體留駐，被捕撈之後，該區域也就不易藉由成體的遷入或新生幼體的入添來補充數量。

選擇良好管理及永續漁法的漁獲

一支釣的鰹魚、鏢旗魚等漁法不易發生混獲，或對環境干擾較少（例如撈捕櫻花蝦）。避免選擇以刺網、底拖網等方法撈捕。



櫻花蝦等深海中層性浮游動物，每日會隨著其他浮游動物進行日夜垂直遷移。由於海洋表層日照充足、基礎生產力高，雖然食物充足，卻因為各類捕食者環伺而危機四伏。因此，小型甲殼動物如橈足類或磷蝦等，白天會潛藏於約數百公尺下的深海，以逃避表層眾多的掠食者，等待晚上視線不佳時才洄游至表層附近覓食，接近天亮時又再度返回較深海域。一些深海中層性魚類為了追食這些橈足類，也會跟著進行日夜的攝食洄游，然而又有其他較大型的掠食性魚類也尾隨而至，引發了大規模的生物垂直遷移活動



底拖網因對漁獲種類較不具選擇性，易造成混獲情形，加上拖行於海底時會造成棲地的干擾與破壞，屬於不永續的漁法。照片中約僅有三分左右的漁獲具經濟價值，其餘混獲稱為「下雜魚」，將被直接丟棄或廉價賣給工廠製成魚粉飼料



高效率的漁具、漁法及混獲情形是造成過漁的元凶。「三腳虎(扒網)抓的實在太嚴重了，一次出去抓個二、三百噸，小漁民哪比得上！」一位沿岸作業的漁民如此抱怨。近年來備受爭議的扒網，挾著雄厚財力及高效率的科技優勢，已經躍升臺灣重要漁法之一。然而撈捕量太大也可能造成價格低落及過漁現象，過多的漁獲因無法即時處理、影響整體品質之下只能製作罐頭或餌料



幾乎所有的漁法都可能撈捕到目標漁獲外的種類，一般稱為混獲。如果混獲的價格不高，通常會被轉售為生鮮餌料或製作魚粉供水產養殖，更有甚者則是直接拋回海中，但這些混獲生物在經漁撈過程中的纏繞、摩擦、碰撞擠壓、受傷失血以及壓力與溫度劇烈變化等因素多已死亡，即使放回海中恐怕仍無存活機會。因此，為減少混獲現象，需進行相關的漁業管理（例如網目大小、網具種類及投放地點與時間等）。圖為底延繩釣組，漁民正利用餘暇將一簍簍的空鈎掛上魚肉或小卷等生餌料，將投放到約200公尺深的漁場，預計可釣捕到赤鯨、板鯛及馬頭魚等物種，偶爾會有灰海鰻上鈎，是較具選擇性的漁具漁法



燈火漁業的發展，自早期的焚火把、利用乙炔(電石加水後所產生)燃點的蹦火仔，至近期大型燈泡型聚魚燈與改良型的LED燈具



夏季夜晚，臺灣東北部海面上燈火熠熠、海天交會之際宛如一條海上公路，原來是漁民利用燈光誘捕鎖管、小卷及其他具有趨光性的魚類。先將魚群聚集於水表面後再以小型圍網撈捕或進行一支釣，對底棲生態干擾較小、且捕獲效率有限，故認為對資源利用的影響較小。

為中層拖網，東港櫻花蝦成立產銷班後進行限制漁期（每年11月至隔年5月）、限量撈捕及持續監控資源量與混獲，因管理成效佳，已成為國內社區型漁業資源管理的典範。

選擇餌食植物性餌料的養殖種類，避免動物性餌料的養殖種類

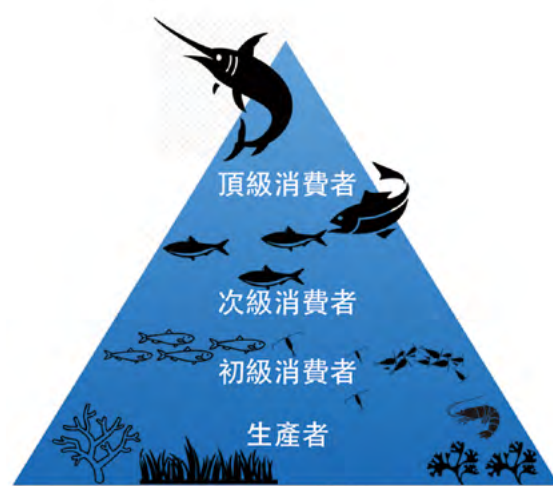
臺灣鯛（吳郭魚）、虱目魚等，餌料屬於植物性來源。應避免肉食性養殖魚類，如餵養野生魚或魚粉、底拖網混獲的下雜魚等動物性餌料。

過度捕撈造成資源枯竭，養殖魚類已取代野生撈捕成為市場主要提供的來源。但水產養殖是否真能提供一帖良方？以近年來東南亞地區因全球水產養殖的大量需求為例，發展養殖初期砍伐大量沿海紅樹林造成棲地破壞，亦使得海岸的天然保護功能消失；高密度的養殖需使用大量餌料而留下殘餌，加上排泄物及水產用藥流入水域也會造成汙染；肉食性魚類所需的生鮮餌料或添加的魚粉，通常來自海洋野生撈捕或不永續底拖網混獲中的下雜魚；水產養殖還有疾病、或因引進外來種逃逸造成生態上的問題。以植物性餌料為主的臺灣鯛（吳郭魚）及虱目魚等雜食性或植食性魚類，因減少動物性餌料問題及養殖成本，且近期結合同文蛤與白蝦等多物種混養的生態養殖法，具有降低養殖密度、減少餌料汙染及用藥問題，藉此減少環境所付出的成本，未來值得推廣。

選擇屬於食物鏈底層的海鮮（底食原則）

選擇位於食物鏈底層的文蛤與牡蠣等濾食性貝類，或鮑魚、九孔鮑等食藻類的螺貝類及其他以浮游動物及小魚為食物的食物鏈中底層種類，因數量豐富、生活史短、資源恢復快。避免鯊魚、旗魚及鮪魚等位於生態系食物鏈或金字塔頂端的大型掠食性魚類，因其數量較少、成長慢、恢復不易。

在生態系中，生物的組成與功能包含能夠將日光的能量轉化為有機物質，供給其他生物利用的初級生產者、各種消費者與分解者。例如海洋中的藻類，被攝食藻類的浮游動物利用，接續被其他生物所捕食，這種吃與被吃的關係形成了食物鏈或彼此交錯成為食物網，能量也在食物的鏈網之間逐層傳遞和運送，最後有機顆粒與食物殘骸沉降於海底後，交由清除者及分解者進行最後的利用分解，讓物質重返水體繼續循環。其中，初級生產者的數量最多、也最重要，依次則為初級消費者、次級消費者、高級（頂級）消費者及分解者。一般而言，在隨著食物鏈逐層傳遞的過程中，食物會因為無法被完全消化而排出體外，或因自體呼吸與生理代謝等需求而被利用，所攝入的食物只有約10%的能量會轉化累積為體重。例如，一尾大型掠食魚吃了10公斤



生態系中各種生物間吃與被吃的關係，形成了食物鏈或彼此交錯成為食物網，能量也在食物的鏈網之間逐層傳遞、運送。選擇食物鏈底層的海鮮，因數量豐富、生活史較短，且撈捕對生態系影響較小，也減少生物累積的有毒物質與重金屬。



許多大型魚類如鯊魚、旗魚及黑鮪魚等，屬於食物鏈的高階消費者，因生長較慢、資源恢復不易，在過度捕撈下已明顯枯竭。

的中型魚後只會在身體增加1公斤的重量，而這尾10公斤的中型魚卻已吃了100公斤的小魚。換言之，人類吃掉1公斤的大型魚肉等於消耗掉100公斤的小魚，對於食物需求較大的地區，小魚似乎能夠餵飽更多人。

大型掠食動物屬於高級消費者，因其數量少、壽命較長、成長較慢等因素，如果過度捕撈會造成恢復不易，影響整體生態系的組成、結構與功能。同時，大型掠食動物為食物鏈的頂端，經由生物累積與放大作用，體內的有毒物質及重金屬物質含量也相對較高；食物鏈底層或低階消費者則因為數量豐富、生活史較短，且撈捕小型魚類或食物鏈底層的生物對於生態系影響較小，此為建議選擇食物鏈底層海鮮（底食原則）的主要原因。

文末，鼓勵大家能參考海鮮選擇指南所建議的綠色海鮮，以實際的行動保護海洋之外，更應該支持政府劃設海洋保護區及相關漁業管理政策，讓漁民捕對魚、消費者買對魚，海洋才會年年有魚！



白帶魚是中表層的小型掠食魚類，以小魚或仔稚魚為主要食物，生態上位於食物鏈的中底層；因數量多、成長數度快，是重要漁獲。白帶魚主要利用夜間於水表面覓食，白天則停棲於較深水層休息，故一支釣多利用夜間以燈光聚集餌料生物後釣取白帶魚，新鮮魚體表面因燈光照射下光亮如利劍，在日本稱之為「太刀魚」；晝間底拖網於海底拖行時捕獲量相當大，但體表因摩擦而呈現黯灰色，故能輕易從體色狀態了解漁法及來源。圖中白帶魚皆為臺灣東北部家計型小漁船的一支釣所獲，因體色光亮、品質新鮮，因物美價廉非常受消費者青睞！

- 參考資料
- 1.《臺灣海鮮選擇指南》，臺灣魚類資料庫 (fishdb.sinica.edu.tw)，2018年5月，修訂版。
 - 2.從臺灣海鮮選擇指南看消費者行動，廖運志、陳麗淑、邵廣昭。2016年6月，臺灣博物季刊。
 - 3.《潮境》季刊，第三季，國立海洋科技博物館，2014年。
 - 4.恆春半島地區海鮮選擇指南，廖運志、陳麗淑、邵廣昭。2016年，墾丁國家公園管理處。