

The X-File Of Luminous Fishes



★ 發光性海水魚 的秘密檔案 ★



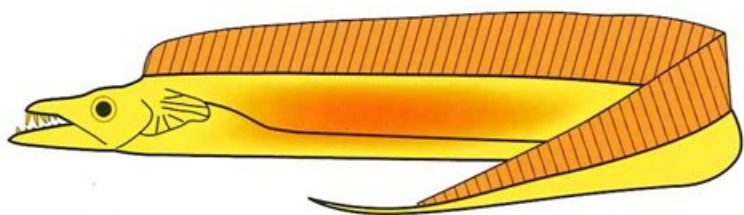
文字／李鈴德 攝影／王金郎 版面設計／陳孟容

TK-1夜明珠螢光魚的點點星光，為淡水與海水水族缸增添幾許神秘氛圍，而就像夜明珠在缸中散放光芒，同樣地在海洋中，也可發現由各種生物所構成的繽紛發光世界。

在海洋世界裏，無論是波濤洶湧的海面，或靜謐幽暗的海底，都存在著各式各樣、光怪陸離的發光生物，尤其越往海水深處更是如此，目前已知在海底黑暗層至少有44%的魚類具備發光的本事，藉此在黑暗裡捕食、尋找同伴及欺敵。

常見魚種介紹

有些魚類是由體表所附著的發光細菌所發出的光，例如帶魚（*Trichiurus lepturus*）和龍頭魚（*Harpodon nehereus*），更多的魚類則是配備長期演化下來的發光器官，其中鳳梨魚與燈眼魚為較常在水族箱內見到的觀賞魚種，而拜動畫電影「海底總動員」之賜，頭頂著燈籠的深海鯨，成了最知名的發光性魚種。



帶魚發光模式屬於細菌寄生性。

◆◆◆-燈眼魚科

燈眼魚科（Anomalopidae）體長橢圓形，一般棲息在100公尺以內的深度，成魚棲息深度則更深，目前紀錄可達400公尺以上，屬夜行性魚，夜晚會上升至表層覓食，平時則棲息於岩礁洞穴中。主要分佈於印度至太平洋暖水域，全世界共5屬6種，因為眼睛四周會發光，具夜間觀賞價值。

臺灣紀錄1屬1種，產於蘭嶼海域，即俗稱閃電俠的燈眼魚（*Anomalops katoptron*），也是比較常在水族缸內可發現的品種。閃電俠雖然全身體表為一致的黑色，



電光俠的眼睛下方的白光，入夜後具觀賞價值。

Special Report

看起來毫不起眼，但在眼睛下方有一個很大的半月形發光器，在黑暗中會發出螢光。發光器底面則是黑色，以此面朝外，可將白色的發光部收入凹處之內，藉此操縱光的明滅。燈眼魚屬夜行性，白天會躲藏於洞穴或陰暗處，晚上則會活動於陡坡的暗處，或利用無月光的晚上出來覓食，以浮游動物為食，最大體長35公分。

◆◆◆- 松毬魚科

分佈於印度洋及太平洋之熱帶及亞熱帶海域的松毬魚科 (Monocentridae)，身體被鱗片組合而成的硬殼包圍，為相當罕見特殊的魚種，棲息於大陸棚區底層的岩礁斜坡或洞穴中，生存深度在30至300公尺之間。其位於眼睛下方與頰部的發光器構造，藉由發光微生物的輔助，能在黑暗中發光。本科魚種會分泌一些成分複雜且特殊的物質，用以吸引這些發光微生物並維持其存活，藉以延續發光的特殊行為。

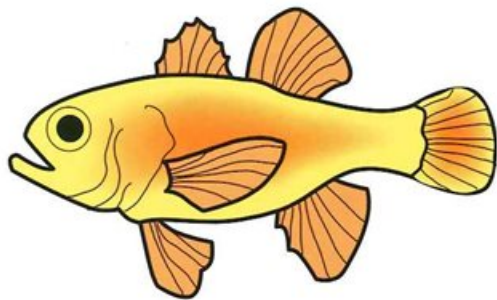
本科中的鳳梨魚 (Monocentris japonica) 為較常在水族箱內出現的魚種，其棲息於沿岸至近海的礁石海域，白天躲藏於洞穴中，夜間外出捕食小型無脊椎動物或小魚。下顎含有發光器，以利夜間對食物的引誘。在水族缸內可餵食甲殼類動物。



鳳梨魚奇特的外表比下顎的發光器更加引人注目。

◆◆◆- 天竺鯛科

天竺鯛科 (Apogonidae) 屬夜行性動物，白天棲息於覓食區附近的洞穴或珊瑚礁旁，夜間則出外捕食，本科中的各種玫瑰，為常見的觀賞性魚種，但其中也有會發光的品種，如生存在西太平洋海域的日本吸紅天竺鯛 (Siphamia majimai)，半透明的胸部具有發光器官，藉由共生細菌發出光芒。其常與海膽或海星一起共生，頭大，體一致為黑色，各魚鰭除了胸鰭之外為桃紅色，最大體常3.5公分。



棲息在較深海域的天竺鯛科魚種也具有發光本領，圖為日本吸紅天竺鯛。

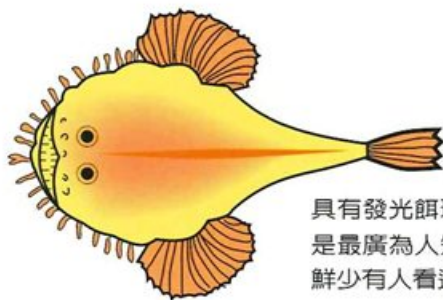
◆◆◆- 鰈魚目：

鰈魚目 (Lophiiformes) 約有300個品種，深海鰈就佔鰈魚目成員的一大半，總計有11科，35屬，約150種，除了缺少腹鰭之外，最主要的特徵在於特化的第一背鰭，

稱為吻觸手 (illicium)。

顧名思義，深海鰈魚生活200公尺以下到6000公尺深海裡，其觸手末端通常有發光器 (Light organ)，也稱為餌球 (Esca)，在發光器裡有無數的發光腺 (Light gland) 細胞，這些細胞會提供相當舒適的生活環境給發光細菌，且發光腺細胞後部會有一反射層，將光線集中反射至同一個方向。

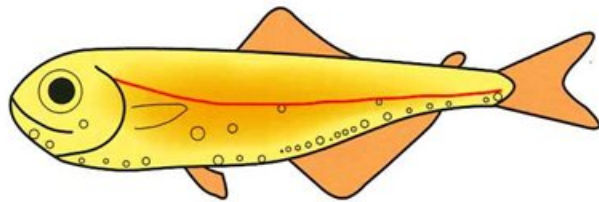
發光器的功用除了誘捕獵物外，也可以用來保護自己，日本人曾成功的將冠鰈魚 (Himantolophus) 飼養在水族缸中，其會發出藍光的餌球，遇到危險時，可將發光菌噴出，產生一團發光的迷霧，藉此迷惑敵人的視線，爭取逃走的時間。



具有發光餌球的深海鰈魚是最廣為人知的魚種，但鮮少有人看過其真面目。

◆◆◆- 燈籠魚科

廣泛分佈於北極至南極之世界各大洋的燈籠魚科 (Lanternfishes)，為不具觀賞與食用價值的深海性魚種，其最大特徵在於本科魚種都具有發光器，分佈於眼前、前鰓蓋骨及側線下方之體側。全世界計有2亞科，分別為燈籠魚亞科 (Myctophinae) 及珍燈魚亞科 (Lampanyctinae)，共約32屬235種，臺灣紀錄則有28個品種。大洋性中上層浮游魚類，許多種類皆具垂直洄游習性，白天棲息於300-1200公尺間，黃昏或入夜後則上升至海表面至200公尺深處。



棲息在較深海域的燈籠魚科，除學術研究外，鮮為人知。

魚類發光的作用

魚類發光的生物學意義，包括引誘獵物、辨識種類、求偶或迷惑敵人。

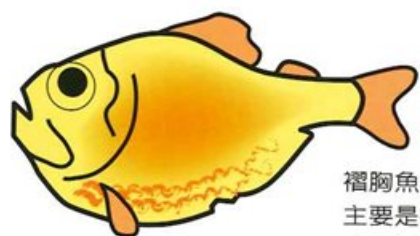
◆◆◆- 誘捕食物

大部分的生物具有趨光性，尤其在漆黑的海底深處，或入夜後，若提供額外的光源，就可發現大批的浮游動物聚集，因此魚類的發光器具有吸引獵物上前，以利於捕食的功能。例如深海鰈的誘餌可以迷惑、吸引獵物；黑巨口魚科 (Melanostomiidae) 眼睛下方則具有一對發光器，能像探照燈般在黑暗環境中搜尋獵物。

◆◆◆- 迷惑敵人

經由海面所投射下的光線，會在成群游動生物底下

造成陰影，讓下面的獵食者發現其蹤跡，因此發光生物自身所產生的光線，可讓獵食者以為該亮光乃由於月光所致，例如褶胸魚科（*Sternoptychidae*）腹部的發光器，能模擬光線射入水面時的粼粼波光，混淆捕食者的視覺，達到迷惑敵人之目的；第二種可能為成群的發光生物聚集所造成的巨大光團，可有效嚇阻獵食者的侵略，因為動物對於比其大的生物個體，會採取迴避的策略；第三種為將體內的發光細菌射出，迷惑敵人視線，這種禦敵措施就如同章魚所噴出的墨汁一般。



褶胸魚科腹部的發光器，主要是模仿光線射入水面時的狀態。

◆◆◆- 同種辨識

大部分的海洋生物都以視覺作為同種辨識的主要依據，但是在海洋深處，如何尋找同伴，或在繁殖期間尋找伴侶，則成為一大難題，因此，不同品種間的發光方式，包括圖案大小與明滅頻率，便可作為與同種生物間之溝通媒介。

發光源種類

深海魚類之所以會發光，有的是因為和會發光的細菌共生後而產生的光亮，有的則是因為自身體內具有會發光的受質。

◆◆◆- 自力發光

大部分海水魚自力發光的發光原理，為發光器的線細胞能分泌一種含磷的黏液，在氧化的作用下，讓磷氧化而產生光芒。

魚類發光是由一種特殊酶的催化作用而引起的生化反應，藉由發光的螢光素受到螢光酶的催化作用，螢光素吸收能量，變成氧化螢光素，釋放出光子而散發出帶熱能的光芒。有的魚能發射白光和藍光，另一些魚能發射紅、黃、綠和鬼火般的微光，還有些魚能同時發出幾種不同顏色的光，例如，深海的一種魚具有大的發光鰓器官，能發出藍光和淡紅光，而遍佈全身的其他微小發光點則發出黃光。

魚類的發光器的構造會因種而異，可分為露出體表或內藏在體內的線組織，及球狀發光器，以及內藏在體內腺組織。大部分的自力發光器官是屬於埋沒在皮膚中的小型球狀發光器。發光器官的構造由外而內依序為晶體、發光細胞、反射層和色素層。

燈眼魚是自力發光的代表魚種，牠在眼睛下方有一個很大的半月形迴轉式發光器，發光器底面是黑色的，以此面朝外，可將白色的發光部收入凹處之內，光就消失了，藉此可操縱光的明滅。

◆◆◆- 共生發光

藉發光細菌在發光器內的共生而發光的魚種相當多，深海鰻與松球魚科都是藉由發光細菌而產生光芒。

發光器是呈管狀或囊狀的中空器官，壁面由腺細胞所構成，在體表有其開口或消化管狀的導管。發光腺的內側並具有反射裝置，防止光線向體內擴散，有效將光線表現出來，發光腺外側的肌肉則為半透明，可供作晶體之用。

發光細菌接受寄主的腺細胞所供應的養分生活，而魚體依靠細菌發光的互惠關係。其發光原理為魚類受到機械或化學的刺激時，在神經系統的控制下，發光器基部的肌肉開始收縮，把分泌物或發光細菌擠出來，再因氧化作用而發出光芒。

◆◆◆- 發光細菌

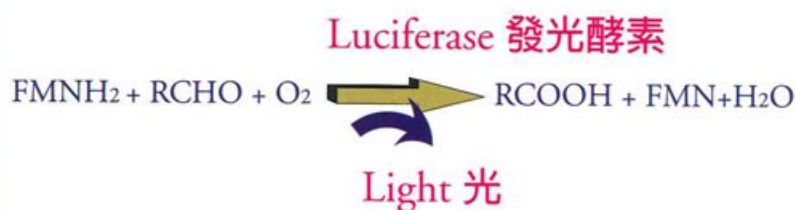
發光菌的棲息地主要是在海洋中，多與海洋生物行共生（symbiotic），腐生（saprophytic），或寄生（parasitic）關係，在陸地及淡水區域則少量分佈。

目前已知的海洋發光菌有三屬，分別是 *Vibrio*、*Photobacterium* 及 *Shewanella*，普遍地存在於海洋環境及海洋生物體中，在有氧的自然環境下，發光細菌可產生發光酵素，催化 FMNH₂ 及由脂肪酸還原產生的長鏈醛類的氧化反應，而發出藍綠色的螢光。

在海洋中發光菌的生活方式，可分為四種－浮游性：以海水中的有機物維生；附著性：以海洋生物所分泌的有機物質維生；消化道中共生：許多魚類的消化道中常含有大量的發光菌，其功用與扮演的角色尚不明瞭，發光菌可隨著魚類的排泄物散佈到海洋中；發光器內共生：生物的發光器內共生著大量的發光細菌，宿主則提供了安定舒適的生長環境與養分。

細菌發光原理

FMNH₂ 與 RCHO 是和發光相關的受質，在發光酵素（luciferase）的協助下，藉由氧氣的加入進行氧化還原作用，讓受質發生化學變化，並進一步放出光能。依照反應的程度，及一種黃色螢光蛋白的存在與否，釋放出不同波長的能量，產生不同顏色的光，有藍光（490nm）與黃光（540nm）。



結語

在廣大神秘的海洋中，發光生物總激發著人類無窮的想像力，但也蒙上一層不可知的神秘面紗，藉由燈眼魚與鳳梨魚等海水觀賞魚，大自然造物的巧妙再次令人嘆為觀止，其神秘的光芒不但具有觀賞價值，也是探討生命為了在競爭激烈的環境下脫穎而出，所演化出來的各種機制的最好教材之一，而堪稱台灣國寶魚的 TK-1 夜明珠螢光魚，不但可飼養在淡水中，也可悠遊在海水缸中，可將其一起混養，營造出神秘奇特的發光世界。