

深、深、深！談深海生物

廖運志

國立台灣大學海洋所

中央研究院動物所

一、深海探索

人們對深海的探索起始於 19 世紀，科學家利用拖網撈捕水層中的生物，過去認為深海環境由於壓力極大、黑暗、溫度低，而且沒有食物來源，很難有生物可以生存，甚至有科學家斷定深度 500 公尺以下海域絕對沒有生物！20 世紀初，深海的打撈終於可以深達數千公尺，證明深海有生物的存在。1930 年代美國生物學家畢比打造一個堅固的金屬潛水球，在深達數千英尺的百慕達海域親眼目睹了活生生的深海生物。二次世界大戰末期，潛艦製造技術有大進步，藉由深海潛艦的幫助，增加世人對地球科學、海洋學、深海生物的了解。今年海科管籌備處之潮境工作站完成後，首次展示台灣近海之深海生物並配合解說員講解，將增進參訪者對深海生物更進一步的認識。

二、深海環境

我們對深海的定義並不統一，一般俗稱的深海是指大陸斜坡以下或無光帶地區，而真正的深海是指深海底區或深淵底區之海洋深層。深淵底區形成的廣大平原，是地球表面積最大的單一環境，約佔地球總表面積的一半。海底有如沙漠般死寂的觀念一直要到 1968 年後才有所改觀，深海生物不但多樣，而且體型變化也非常大。

1. 透光帶：是指有光照的水層，一般約在 100-200 公尺，由於光線可以穿透這個深度，水中的浮游植物可以形光合作用產生有機物質，是海洋中

主要的基礎生產力。

2. 無光帶：在深層水域中，由於光線無法穿透，因此終日黑暗，植物無法行光合作用。又依照不同深度而可區分為中層帶、深層帶、深淵帶及超深淵帶。覆蓋大部分海底的是深淵帶，深度範圍約在 4000-6000 公尺間。
3. 弱光帶：介於透光帶與無光帶之間光線微弱，雖可提供視覺辨識，但植物無法利用此微弱光線行光合作用。

三、深海生物的特殊適應

深海生物由於所處為高水壓、低溫、無光線，及食物不足的長期穩定環境之中，所以在生理上及行為上有許多的特殊適應，例如牠們的生理代謝率極低、成長及生殖率較淺水域生物低。

1. 溫度：越往下深潛溫度越低，在深度 1000 公尺處水溫僅有 5-6°C，3000-4000 公尺以下溫度約在 4°C 以下，呈現穩定的低溫。深海地區除了深海熱泉外，溫度變化很小，亦沒有呈現季節性的改變，因此深海生物對於溫度的變化相當敏感。
2. 壓力：水深每增加 10 公尺，壓力會增加 1 大氣壓 ($1 \text{ atm} = 1 \text{ Kg/cm}^2$)，大部分的深海壓力約在 200-600 atm 之間。壓力對深海生物的生理生化作用、肌肉運動、碳酸鈣介殼的形成具有很大的影響。例如壓力大，肌肉酵素濃度變低，代謝緩慢。壓力大，較不易形成碳酸鈣的骨骼，有介殼動物越少，或殼越薄。一些魚類捨棄魚鰾來調節浮力，或在體內儲存脂肪減輕體重，減少因調節浮力所消耗的能量。
3. 溶氧：除少數深海海溝內為缺氧環境外，深海區雖然沒有光合作用或大氣層交互作用來獲得氧氣，但水層中仍有來自兩極冰冷而富含氧氣的水團下降而來，提供深海生物所需。
4. 光線：由於深海環境黑暗無光，許多生物產生生物發光現象。生物發光

的機制可分為化學性發光和共生菌發光作用。發光器的作用包含保護、擬態、引誘獵物、吸引配偶、迷惑敵人。在弱光區生物往往形成較大的眼睛或特化構造，增加視覺效果。

5. 鹽度：深海鹽度變化小，生態上較無意義。
6. 食物：深海環境除了在少數深海熱泉可以行自營性的化學合成作用外，其他都是異營性動物，食物是由上層沉降下來的有機物質，食物來源的量與種類和上層海域的基礎生產量及陸源物質有關。
7. 底質：深海海床大部分微軟泥底質，生活在底質上的生物為避免陷入底泥中，常形成細長的足，例如三腳架魚。

四、深海生物

1. 中層水域生物：生存於深海水層中，佔整個水體的大部分，食物的來源是由上層沉降下來的浮游植物、其他動物的糞便或屍體等有機物質，經細菌、真菌的分解及包覆，形成像雪花般落下的「海雪」。異營性的動物靠吞食這些海雪，或以其他的生物為食。吞食者：較上水層的動物靠吞食沉降下來的浮游植物或小型有機顆粒，例如糠蝦、磷蝦、橈腳類等。濾食者：海樽和幼生綱都是具有膠質結構的吞食者，濾食水中的浮游植物。捕食者：如褶胸魚會吞食小型動物，特化的大眼睛可以透視上方獵物的蹤跡，而本身腹部的發光器可以藉發光來消除陰影避開下方其他的捕食者。燈籠魚亦藉由發光來避敵，身上發光器的排列也是辨認種類的依據，燈籠魚會有白天躲藏於深海，晚上返回海面覓食的日夜垂直遷移現象，主要是為了逃避敵人及海水表面食物較豐富。深海鮫鱈魚的第一背鰭特化為發光的燈籠，具有誘集獵物的功能，有些深海鮫鱈魚全身的鰭條末端形成許多感受器，可以探知游經附近的獵物加以捕食。中層水域的深海生物之間的捕食與被捕食關係，經長時間演化後產生許多特殊的行為與適應，如避敵、誘捕與欺騙等。

2. 底棲性生物：部分深海生物生活在底質上或貼近基底，主要為環節動物、節肢動物和軟體動物。一些深海無脊椎動物在體型上有隨深度增加而變大的趨勢，稱為「深淵底區體型巨大化」，體型較淺海的近緣種大許多，可能與深海高壓環境下新陳代謝方式不同、深海有利於體型大、壽命長、成熟慢的演化結果。常見底棲深海生物有海綿、海葵、多毛類、二枚貝、海百合、海星、陽燧足、海參等，濾食或吞食底質中的有機物質或動物屍體。烏賊、章魚及鼠尾鱈為掠食性魚類。

在潮境工作站內目前展示的生物種類多以底拖網所採獲，以底棲生物為主要類群包含甲殼動物：等足目的海蟑螂；十足目異尾類的雪藏蟹、短腳類的蜘蛛蟹、長手隆背蟹、及長尾類的異腕蝦及軟骨魚類的梭氏蜥鮫等，都是攝食由海洋表面沈降下來的有機物質（如動物遺骸）或捕食其他較小型之無脊椎動物（如多毛類、貝類或其他甲殼動物），其中盲鰻為腐食性，在生態上扮演清除者角色。在特殊行為方面：異腕蝦在遭遇敵害時候會從頭部腺體釋放出具發光性的化學物質藉以迷炫補食者；盲鰻在捕食時會利用身體呈打結般地施力扯下肉塊，在遭遇為害時會分泌大量的黏液讓敵人知難而退。

五、人與深海的關係

深海在過去一直是充滿神秘色彩的環境，但隨著科技進步、持續的深海探測中，不斷有新的發現，例如深海熱泉的發現。我們對深海環境的了解仍相當有限，目前已探索過的範圍甚至還不及百分之一！由於近岸的漁業資源因為過去的不當利用已經呈現嚴重過漁現象，因此開始將焦點投注於對深海資源的開發，由於目前了解深海生物有生長緩慢、壽命長、成熟晚等特性，資源經使用後將不易恢復，如貿然逕行大規模的利用，將可能使資源快速耗盡！有人認為深海是最終的垃圾掩埋場，但我們並不知道這些垃圾或污染物質究竟會對人類有何影響，因

為所知道的相當有限，唯有以尊重的態度面對，大地也會以善意回報！