



圖1 一般正型或歪型海膽的體殼，都癒合成一個固定形狀的內殼。



圖3 蹄棘革海膽口面標本照



圖6 蹄棘革海膽口面大棘

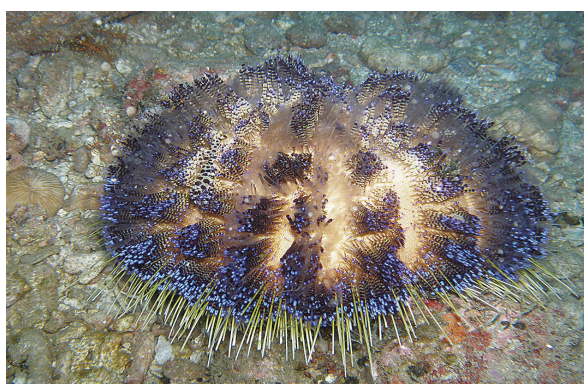


圖2 飯島氏囊海膽生態照(吳松鴻 攝)



圖4 軟海膽側面觀，呈現上下扁平狀。



圖7 柔海膽口面大棘末端膨大

以柔克剛——柔海膽的深海生存之道

文—李坤瑄·圖—李坤瑄、吳松鴻

棘皮動物在眾多的無脊椎動物門類中，是唯一一群與脊索動物同屬後口動物的類群，牠們的骨骼也和脊椎動物一樣同屬於內骨骼的構造。其中，海膽更以骨片癒合成一個完整的碳酸鈣內殼而有別於其他棘皮動物。不論是體殼呈輻射型對稱的正型海膽，或特化成錢幣狀、心臟形的歪型海膽，基本上體殼的骨片都是連續相接、生長，形成一個堅固、不動的內殼(圖1)。

但是生物為了要適應生存的特殊環境，總是不斷地創造出例外與奇蹟！有一群棲息在較深海域的大型海膽～柔海膽類，為了適應高壓、低溫，食物缺乏，體殼鈣質補充不易的深海極端環境，在身體構造上，出現了多種的變化與適應。柔海膽類的成員大多數是大型的海膽類，成體的體殼直徑，常常可以超過15公分以上。牠們通常棲息在較深的海域，即使是棲息水深最淺的 *Asthenosoma ijimai* Yoshiwara, 1897 飯島氏囊海膽，在臺灣也是分布在珊瑚礁外緣沙地上，水深超過50公尺以上的海域中(圖2)。另外，通常出現在700公尺以下水深的 *Hygrosoma hoplacantha* (Thomson, 1877) 蹄棘革海膽，體殼直徑更可超過23公分以上，是我們目前採獲臺灣最大型的海膽(圖3)。這麼大型的海膽，要生活在高達70個大氣壓力且食物缺乏的環境中，體殼構造上便產生了奇特的變化。首先，鈣質骨片變得極薄且具有彈性。接著，骨片與骨片之間，以明顯的皮膜組織連接著，這樣使得原本固定不動的內殼就起了變化，可以充水而鼓起如水球般，這也使得牠們只要耗用較少的鈣質骨片資源，就可長出極大的體殼。另一群數量更多、更常見的軟海膽，骨片間的皮膜更加發達，骨片通常呈狹長形，整個體殼更加柔軟，幾乎可以從上下扁平的形狀，再調整成左右側扁(圖4、5)。



圖5 軟海膽側面觀，體殼柔軟，可變形成近乎球形！



圖8 囊袋海膽口面大棘

解決了體殼構造上的適應問題，接著面臨的問題是：體殼巨大的海膽，如何在柔軟的深海底泥上移動？為了增加底面積，避免尖銳的棘刺卡在柔軟的海底上動彈不得，因此柔海膽科的海膽，在口面的棘刺末端，都長出像馬蹄一樣末端膨大的構造，使得口面棘刺的底面積大量地增加，以便在柔軟的海底表面移動(圖6、7)。而另一群 *Phormosomatidae* 囊袋海膽科 的柔海膽，則是採取在口面的棘刺頂端，包上一層膨大的皮膜組織的方式，來增加底面積，同樣能達到相同的效果(圖8)。更進一步的，囊袋海膽的反口面，有毒的棘刺外圍，更長出像氣球一樣的囊狀構造，似乎可幫助自己懸浮在底質上，這真是神奇的適應(圖9)！



圖9 囊袋海膽反口面囊狀構造

此外，柔海膽在體殼反口面的中棘，表面覆蓋著具有毒腺的皮膜組織，是真正具有毒腺的海膽棘刺，人被扎時會像被火燙傷一般的刺痛，也因此居住在珊瑚礁區外緣的囊海膽們，被稱為「火海膽」；深海的柔海膽，在反口面的頂端附近，也同樣長有具備發達毒腺的棘刺(圖10)。在棘刺之間，柔海膽也長有許多發達的叉棘防禦構造，能夠對抗小型的附生生物幼生及動物性浮游生物的侵擾，並清除落塵，有的叉棘甚至長達數公厘，肉眼都能清晰看到(圖11)。



圖10 革海膽反口面有毒腺覆蓋的棘刺

對比我們在潮間帶附近常見的海膽種類，深海的柔海膽在構造上的特化與適應，以及體型上的巨大化，實在令人嘖嘖稱奇呀！



圖11 軟海膽體表的叉棘