

## 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

### 摘要

棘皮動物的骨骼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。柔海膽類，爲了適應高壓、低溫，食物缺乏，及體殼鈣質補充不易的深海極端環境，它們在身體構造上，出現了多種的變化與適應。它們的鈣質骨片變得極薄且具有彈性，且在骨片與骨片之間，以明顯的皮膜組織連接著，使得體殼變成柔軟可曲折或膨大。爲了增加底面積，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。

關鍵詞：棘皮動物、海膽、柔海膽、囊袋海膽、Phormosomatidae

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）。



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。

但是生物爲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，爲了適應高壓、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 2. 飯島氏囊海膽生態照(吳松鴻攝)



圖 3. 蹄棘革海膽口面標本照

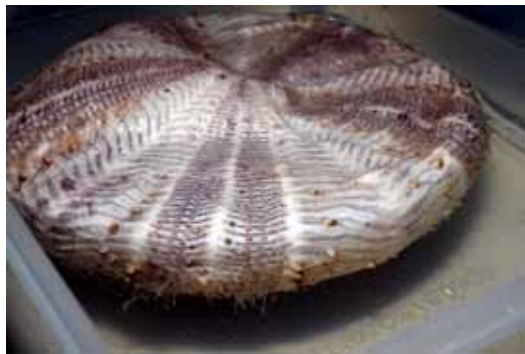


圖 4. 軟海膽側面觀, 呈現上下扁平狀。



圖 5. 軟海膽側面觀, 體殼柔軟, 可變形近乎球形!

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? 爲了增加底面積, 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 6. 蹄棘革海膽口面大棘



圖 7. 柔海膽口面大棘末端膨大



圖 8. 囊袋海膽口面大棘



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，表面包覆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)。

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 10. 革海膽反口面有毒腺包覆的棘刺



圖 11. 軟海膽體表的叉棘