

棘皮動物的終極防衛武器－叉棘

文・圖 / 李坤瑄

棘皮動物的海星與海膽，一般給大家的印象，便是在凹凸不平的身體表面上，突起防衛用的長刺與疣突。這些長長的棘刺與疣突或許對一般的敵人如魚類、蟹類或章魚等具有明顯的防護作用，但對於身體細小的動物如甲殼動物的端足類（跳蝦）、等足類及橈足類等，卻是莫可奈何。因為這些棘刺即使細如牛毛，刺與刺之間還是有許多柔軟的皮膚組織間隙，容易被這些小動物攻擊，因此叉棘正好用來彌補這些防禦上的間隙（圖1）。另外還有一批小動物像是一些固著性動物如海綿、珊瑚、藤壺、貝類及海鞘等的浮游性幼生，會四處飄浮尋找合適的附生地，於是行動緩慢的海星、海膽正好符合牠們選擇棲所的良好條件，棘皮動物假若沒有一些特殊的防禦機制，難保不被長得滿頭滿臉都是珊瑚或藤壺。這點可以從海膽在其棘刺較高位置，叉棘防禦不到的地方，常被附生許多藤壺、海綿或管蟲等得到驗證。此外，海洋環境中水流常帶來許多懸浮顆粒與泥塵，會慢慢沉積覆蓋在這些行動較為緩慢或長時間不移動的動物身上，因此許多海膽身上的叉棘，也特化成具有清除沉積物的功能。



圖1. 白棘三列海膽棘刺間的裸露區長滿紫色的球形叉棘

相對於海膽、海星身上的棘刺或疣突而言，叉棘非常地細小，藏在刺與刺的皮膚之間，但有時在身體表面特別需要保護的地方如體表的裸露區、肛門開口附近，或是



圖2. 斑腔海膽肛門開口四周布滿橙紅色的蛇首叉棘



圖3. 斑腔海膽口部開口四周布滿成簇的叉棘

口部四週柔軟的圍口膜上，都會聚生數量特別多且特別發達的叉棘，以便保護這些易受小動物攻擊的部位（圖2、3）。

叉棘最早的起源，由海膽化石上的證據推測是從小的棘刺聚集演化而來，海膽的叉棘基本上是由三枚爪狀的構造所組成，外面包覆著發達的肌肉，有些種類的叉棘還長有能分泌毒液的毒囊（圖4）。海膽叉棘三叉狀頭部的底下，通常有一根肌肉包覆著中軸骨的長桿狀構造，可以伸縮改變長度，連接海膽皮膚表面與叉棘頭部之間（圖5）。隨著海膽種類的不同，以及叉棘生長位置的不同，叉棘扮演不同的功能。因此同一個海膽上會有數種不同形態與功能的叉棘，同一類的叉棘又會有不同的尺寸與外觀。而在不同種海膽之間，同一類型的叉棘形狀也會有極大的不同，因此常被用來作為海膽的重要分類特徵之一。海膽叉棘的類別雖多，但大致上可以歸類出4大類的叉棘，在此將它們的功能與構造簡介如下：



圖4. 具有囊狀毒腺的梅氏長海膽球形叉棘



圖5. 海膽叉棘的下方，連接著一根長柄狀的構造。

三叉叉棘 *tridactylous pedicellaria*：有較大的瓣，可移除較大的顆粒，並具少許防禦功能，特別是可防止污損生物的附著。目前推測此種叉棘應該是較為原始型的叉棘。在不受干擾的狀況下，會休息停止動作，感受威脅時，則開始動作抵禦敵害（圖6）。

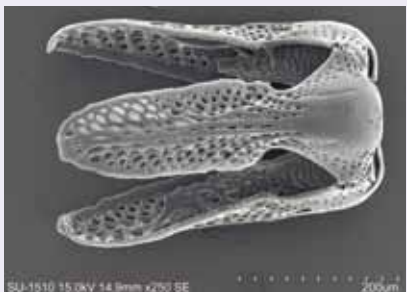


圖6. 口鰓海膽的三叉叉棘

蛇首叉棘 *ophicephalous pedicellaria*：具有去污及防禦的功能，棒狀的蛇首叉棘，柄部四週具有大型的腺體，可分泌化學物質包覆體表，以驅趕污損生物（圖7）。



圖7. 口鰓海膽的蛇首叉棘

三葉叉棘 *triphyllous pedicellaria*：通常較小型，遠小於其他形式的叉棘，從體殼上去除小型的顆粒沉積。目前推測此種叉棘應該是演化上較為後期出現的叉棘，會主動持續不斷地進行捉捕、擺動的動作（圖8）。

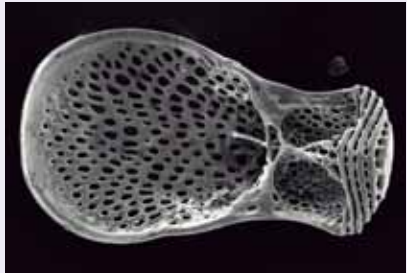


圖8. 隱肛海膽的三葉叉棘其中一片瓣狀構造

球形叉棘 *globiferous pedicellaria*：有的具有毒腺，可分泌毒液，用來防禦中、大型的獵食者。在不受干擾的狀況下，會休息停止動作，但感受威脅即會開始捉捕的動作，有些種類在咬住敵人後，帶有毒腺的叉棘頭部會自割脫落，留在敵人身上持續分泌毒液（圖9）。



圖9-1. 白棘三列海膽紫色的球形叉棘

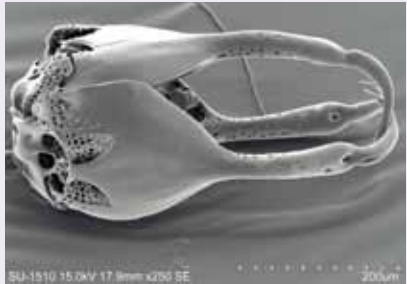


圖9-2. 白棘三列海膽球形叉棘SEM電顯照片

相對於海膽的三叉型叉棘，海星的叉棘則只有兩枚爪狀構造，有的長得像老虎鉗子（圖10），有的則細長像鑷子或剪刀（圖11）。另一個不同於海膽叉棘的地方是，

海星的叉棘不具有桿狀的柄部，而是直接從海星的皮膚表面長出。在海星的步帶溝開口附近，以及反口面的一些疣突上，都較容易發現這些小小的防禦構造。還有些海星的叉棘短而寬，稱為雙瓣叉棘，長得像一對對的嘴唇分布在口面的皮膚表面，防禦著廣大的裸露區域（圖12）。



圖10. 多棘海盤車骨針上的鉗狀叉棘



圖11. 多棘海盤車骨針上的剪刀狀叉棘



圖12. 糙五角海星口面的雙瓣叉棘

海膽與海星身上的叉棘，大多數細小到肉眼難以辨識，但它們的種類及數量眾多，扮演著極重要的防禦與清潔的功能。透過顯微鏡及掃描式電子顯微鏡的觀察，我們可以清楚看清它們構造精巧的原貌。這些設計來進行咬合動作的細微構造，有些竟然與那些兇暴的大型獵食性動物如霸王龍、鱷魚等有驚人的神似之處（圖13、14），只能說咬人的構造都長得一個樣，大自然真是太神奇了！



圖13. 脆心形海膽的三叉叉棘近似霸王龍的頭部



圖14. 長得像鱷魚頭部的隱肛海膽三叉叉棘