

# 珊瑚的祕密

■ 段文宏

大部分的珊瑚屬於卵生，每年春末夏初月圓後的夜晚，南台灣墾丁海域的珊瑚會把成熟的精子與卵釋出在大海中受精，發育成浮游的珊瑚幼苗後，漂到適合的地方附著並蛻變成珊瑚蟲，開始牠們的一生。

## 珊瑚是什麼生物

珊瑚是個體呈輻射對稱的刺絲胞動物，也是構築珊瑚礁的主要生物。牠們是原始的二胚層動物，這類動物包含了珊瑚、海葵、水母及水螅。

珊瑚大略可區分為軟珊瑚（八放珊瑚）及石珊瑚（六放珊瑚）兩種。軟珊瑚外觀柔軟肉質肥厚，體內會形成不相連的骨針，但沒有堅硬的骨骼。石珊瑚的水螅體則會分泌碳酸鈣形成珊瑚群體的骨骼，其身體堅硬、骨骼多而肉質部分少，是珊瑚礁的主要組成，因此石珊瑚一般又稱為造礁珊瑚。

珊瑚礁是許多海洋生物棲息、繁殖、覓食及避敵的場所，是地球上生物多樣性最高及生產力最高的生態系之一。台灣因地理位置適中，本島及離島都有發育甚佳的珊瑚礁，並擁有全球約三分之一的珊瑚礁物種，是台灣最珍貴的自然資源之一。

■ 五顏六色、繽紛燦爛的珊瑚最容易吸引人們的目光，但是珊瑚的顏色主要來自與其共生的共生藻。

當環境因子改變時，就會影響珊瑚的正常生理，使得生長速率降低，嚴重時甚至會使體內的共生藻離開，珊瑚因此失去原有的色彩，這就是珊瑚白化的原因。

五顏六色、繽紛燦爛的珊瑚最容易吸引人們的目光，但是珊瑚的顏色主要來自與其共生的共生藻。在造礁珊瑚體內的共生藻不只提供珊瑚繽紛的外表，其光合作用所產生的物質，也可以做為珊瑚能量的來源。另一方面，共生藻也可以促進造礁珊瑚分泌碳酸鈣及聚積碳酸鈣骨骼的速率。正因為共生藻與珊瑚的造礁功能和能量來源息息相關，所以當珊瑚失去體內的共生藻時，就會面臨生死存亡的危機。

由於珊瑚對生活環境的變化非常敏感，當環境因子改變時，就會影響珊瑚的正常生理，使得生長速率降低，嚴重時甚至會使體內的共生藻離開，珊瑚因此失去原有的色彩，這就是珊瑚白化的原因。不過珊瑚白化後，若是生長環境可以迅速恢復原狀，白化的珊瑚還是有機會康復的。

動物都有老化的現象，人老了生理機能就開始退化，最後死亡離開這個世界，不過珊瑚似乎沒有

老化的問題。在綠島南寮港外就有一株微孔珊瑚是目前所知世界上最老的珊瑚，估計至少有上千年的高齡，可見只要生活環境保持良好，珊瑚似乎可以長長久久地生存下去。珊瑚擁有植物重要的光合生理，又有動物罕見的長壽特性，真是一種獨特又奇妙的生物。

## 珊瑚的生活史

大多數的石珊瑚都是由許多珊瑚蟲（又稱水螅體）共同生長組成的，珊瑚蟲只有一個開口（兩側對稱的動物則有兩個開口），口的周圍有觸手包圍，珊瑚蟲是組成珊瑚群體的基本單位。

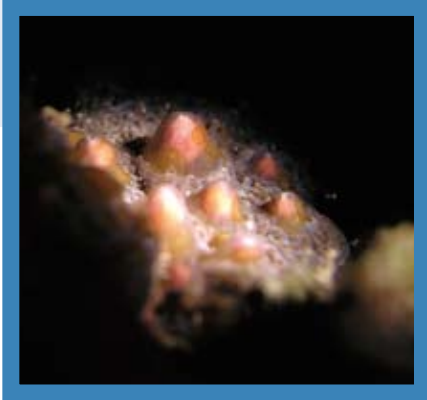
珊瑚的性別有雌雄同體及雌雄異體兩大類。雌雄同體的珊瑚體內同時擁有雌性及雄性生殖腺，雌雄異體的珊瑚則可區分為雌株及雄株珊瑚，分別擁有雌性及雄性的生殖腺，大多數的石珊瑚屬於雌雄同體型珊瑚。



**圓管星珊瑚的出芽生殖** 新的小珊瑚蟲在原珊瑚蟲外體側處形成，這種無性生殖可以使珊瑚蟲的數目快速增加。



角菊珊瑚正要排放配子，紅色箭頭所指的是原珊瑚蟲於觸手內分成兩個珊瑚蟲的出芽生殖。綠色箭頭所指的是準備排放配子的珊瑚蟲，可以看見珊瑚蟲下的粉紅色配子。藍色箭頭所指的是剛排出珊瑚蟲體外的配子。



角菊珊瑚正要排放配子的瞬間，粉紅色的配子呼之欲出。

珊瑚可以行異體有性生殖及無性生殖兩種生殖方式。無性生殖意謂著珊瑚可以不經由精子與卵子的受精就複製珊瑚蟲，擴增珊瑚蟲的數目，增加珊瑚群體的體積和個數。

無性生殖包括出芽與斷裂生殖。在原珊瑚蟲外或體側處形成新的珊瑚蟲，或原珊瑚蟲於觸手內分成兩個珊瑚蟲，都屬於珊瑚的出芽生殖。出芽生殖可以使珊瑚快速增加珊瑚蟲的數目，所形成新的珊瑚蟲體會與原珊瑚蟲體相連，是珊瑚擴增群體大小的增長方式。

斷裂生殖是指珊瑚群體自發性或遭受波浪、動物等外力折斷，形成裂片或斷枝而掉落在海底，若是適合生長，珊瑚裂片便會固著在掉落處，形成一個新的珊瑚群體，使得珊瑚群體數目增加。這種無性生殖的形式有點像植物的扦插繁殖。

又如颱風發生時，氣旋造成巨浪，水下洶湧的波濤便會折斷珊瑚，斷裂的珊瑚被海浪帶離原處。當颱風遠去，風平浪靜後，這些珊瑚的裂片便會在適合生長的落腳處固著形成一棵新的珊瑚。這種無性生殖的方法除了可以快速增加珊瑚群體的數目外，也有助於珊瑚的散播。

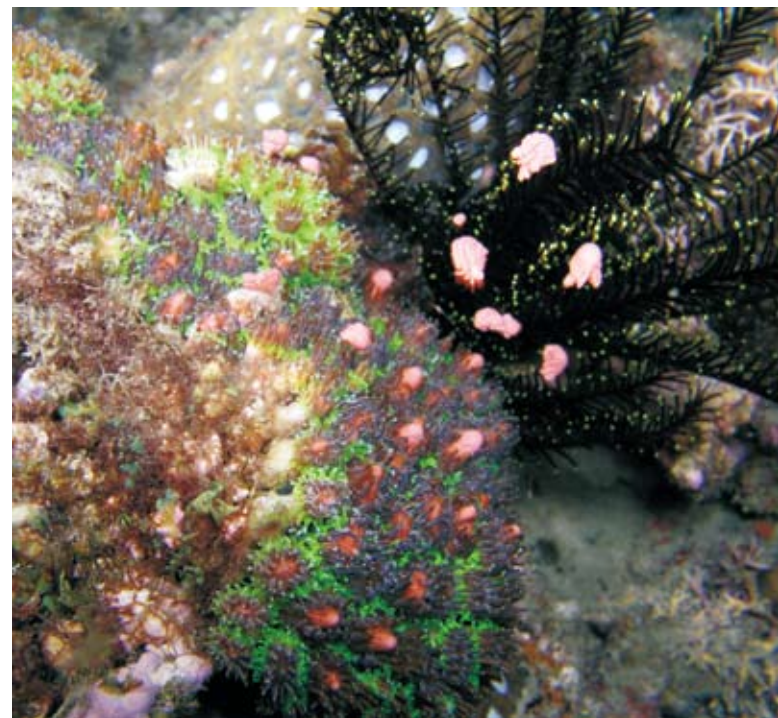
無性生殖對於珊瑚非常重要，只要海洋環境沒有被汙染破壞，珊瑚的無性生殖就可隨時

隨地進行，是珊瑚群體增長及擴張領域極有效的生殖方式。

珊瑚的有性生殖則有排放型及孵育型兩種形式。排放型的珊瑚會把精子與卵子排放到海水中，精子與卵子在體外受精，發育成浮游性的幼蟲，這類型的珊瑚屬於卵生。

對孵育型的珊瑚而言，精子與卵子在體內受精，受精卵在珊瑚蟲體內發育成浮游性的幼蟲後再排出體外。這些浮游性的幼蟲會隨海流散布，最終沉落在海底，由浮游性的珊瑚幼蟲發育成固著性的珊瑚蟲，形成一株新的珊瑚。

有性生殖可以增加遺傳變異，豐富遺傳多



棘杯珊瑚排放配子的瞬間，牠的配子並非球狀。

有性生殖可以增加遺傳變異，豐富遺傳多樣性。

無性生殖在適合的環境中可大量產生子代，有利於增加族群的競爭力。  
這兩種生殖模式對於珊瑚的繁衍、增長都非常重要。

樣性。無性生殖在適合的環境中可大量產生子代，有利於增加族群的競爭力。這兩種生殖模式對於珊瑚的繁衍、增長都非常重要。

許多動物爲了增加有性生殖的成功率，都會有卵海戰術及集體生殖的策略，例如澎湖夏天的海龜上岸產卵生殖，以及台灣東部春季開始的台灣絨螯蟹降海產卵。珊瑚的有性生殖同樣有類似的情形，大多數的排放型珊瑚每年只在固定的時間行有性生殖，如南台灣墾丁海域珊瑚的同步集體排放配子，都在每年農曆的三、四月月圓後的夜晚發生。

當集體排放配子時，雌雄同體的珊瑚排放出精卵束（包含卵子和精子），雌雄異體的珊瑚則分別排放出精子與卵子。有些珊瑚的口中含著精卵束，再輕輕地把它從珊瑚蟲體吐出，精卵束像氣球緩緩地漂向海面，有些珊瑚則像火山噴發般地把卵子與精子用力噴離珊瑚體。

這時的海水中充滿粉紅色、白色、橘色的卵子與精卵束，有些地方則漂著一團霧狀的精子，這些緩緩向海面漂去的珊瑚配子充滿在海水中，營造出壯觀又奇特的景象。當這些珊瑚卵子、精子及精卵束漂到海面上，規模大時甚至可形成一片片的珊瑚卵海。

珊瑚藉由集體釋放精、卵來增加後代的存活率，接著眾多的受精卵發育成珊瑚幼苗，但只有少數的幼苗可以找到適合的環境，幸運地發育成我們所見的珊瑚。珊瑚這種特殊而奇妙的生殖行爲，並非只在台灣發生，在澳洲大堡

礁等世界各珊瑚礁區都有類似的情形。

珊瑚選擇集體生殖模式，可能是因爲集體生殖可以提高受精的機會，後代存活的機會也較大。但是珊瑚如何精確地調控這種生殖行爲發生的時間？對此，世界上有興趣的科學家還沒有適當的答案。爲了解開這個謎，生物學者窮數十年的努力，得到的證據顯示，這種行爲的調控可能與光照、潮汐、海水溫度等環境因子有關。

海水溫度的變化可能會影響珊瑚的生殖腺發育，例如觀察到墾丁有許多石珊瑚在冬天開始發育生殖腺，這可能是由於海水溫度由暖轉冷的刺激所致。另珊瑚的同步集體排放配子大多是在夜晚發生，顯示光照的有無也可能是影響的因子之一。

而珊瑚每年同步集體排放配子的時間都非常準時，總是在每年農曆的三、四月月圓後數天內發生。或許是這時夜晚的海水因潮汐周期的關係，呈現海流平緩的現象。平緩的海象不會衝散珊瑚的卵子與精子，有助於受精的成功率，待精卵在平緩的海流中成功受精後，受精卵隨後再因潮汐變化開始流動的海水漂流散布。由此觀之，潮汐的周期似乎也是影響珊瑚集體排放配子時間的一個重要因子。

雖然光照、潮汐、海水溫度等環境因子影響珊瑚同步集體排放配子的確切機制，以及如何啓動等關鍵性的問題，目前仍是未知，但是我們卻可以利用這些環境因子，準確地推估出



在雌株腎形珊瑚排卵前，可以看見珊瑚蟲的皮下有粉紅色的卵塊。

今年、明年甚至5年、10年後珊瑚同步集體排放配子的時程。

### 珊瑚的有性生殖調控

人類的生殖受到許多內分泌激素的調控，以女性的月經周期為例，下視丘會分泌性腺刺激素釋放激素，這激素會刺激腦垂腺前葉分泌促濾泡激素及黃體成長激素。促濾泡激素會刺激卵巢使得濾泡開始發育，促濾泡激素及黃體成長激素則都會刺激卵巢分泌動情素，而動情

素會使得子宮內膜增厚。隨著血中的黃體成長激素濃度升高，卵巢的濾泡會破裂排卵，接著黃體形成，卵巢分泌動情素和黃體激素刺激子宮內膜繼續增厚。

這時若是卵受精了，黃體就不會退化萎縮，動情素和黃體激素則會升高，並對下視丘產生負迴饋控制，於是子宮內膜就不會崩解，也不發生月經和排卵。類似如此複雜且精密的生殖調控，發生在大多數的哺乳類、魚類等脊椎動物體中。

珊瑚是一種既古老又原始的生物，但其有性生殖的體內調控機制竟然與人類類似。

目前所知這些具有性腺刺激素釋放激素、促濾泡激素、黃體成長激素、動情素、黃體激素、睪固酮等內分泌激素調控生殖周期的動物，多屬三胚層動物。這些動物體內分化出消化、排泄、生殖等構造複雜的器官，相關的器官又形成內分泌系統。

珊瑚其實只是一群構造非常簡單的二胚層動物，牠們雖然擁有多樣的顏色與複雜的外觀，活體的部分卻只由很少的組織類型所組成。珊瑚具有神經細胞構成的簡單網狀的散漫神經系結構，神經細胞沒有集中形成腦。珊瑚也沒有特化的生殖器官，而是在生殖季開始時，由體壁的細胞特化為生殖腺。珊瑚缺乏特化器官，因此其有性生殖的調控先前並不為人所知。



雌株腎形珊瑚正在排卵，卵粒呈粉紅色球狀。

不過經由多年的研究發現，珊瑚體內會分泌動情素和睪固酮，這兩種激素不只在脊椎動物的有性生殖中扮演重要且關鍵的角色，近年來也陸續在少數無脊椎動物的體內發現。接下來的研究更發現，在一整年中，雌性珊瑚體內的動情素會隨著生殖季節的到來而增加6倍之多。除了生殖激素外，科學家也首次發現珊瑚體內芳香環轉化酶的存在，這一酵素可以把雄性激素合成為雌性激素，是一種關鍵酵素。

芳香環轉化酶的新發現，再次顯示珊瑚的生殖內分泌系統具有相當的完整性。由這些新的發現，可以大膽推測珊瑚的有性生殖周期與體內的內在因子有關。也就是說，珊瑚的有性生殖受到本身分泌的物質調控，這個發現是一個重大的突破。

另外的研究更指出，利用珊瑚組織萃取液可以刺激魚類的腦垂體細胞，使其分泌性腺激素。這一結果顯示珊瑚體內擁有性腺刺激素釋放激素的類似物，而以性腺刺激素釋放激素刺激珊瑚，發現珊瑚的卵徑會增加。這些結果顯示性腺刺激素釋放激素確實是珊瑚生殖發育中體內重要的調控因子。

珊瑚是一種既古老又原始的生物，但其有性生殖的體內調控機制竟然與人類如此類似，這個發現的確令人驚訝。這些脊椎動物獨特的生殖內分泌調控的起源，很可能在早期原始的生命型態中就已經存在。

段文宏

國立海洋生物博物館企劃研究組 /  
東華大學海洋生物科技研究所