

# 2023 珊瑚小學堂之 珊瑚勇者傳說

種子教師版



## 珊瑚小學堂上課主題

**1.**

珊瑚是什麼？

**2.**

珊瑚的骨頭

**3.**

珊瑚的親戚  
與朋友

**4.**

珊瑚的共生藻  
與白化現象

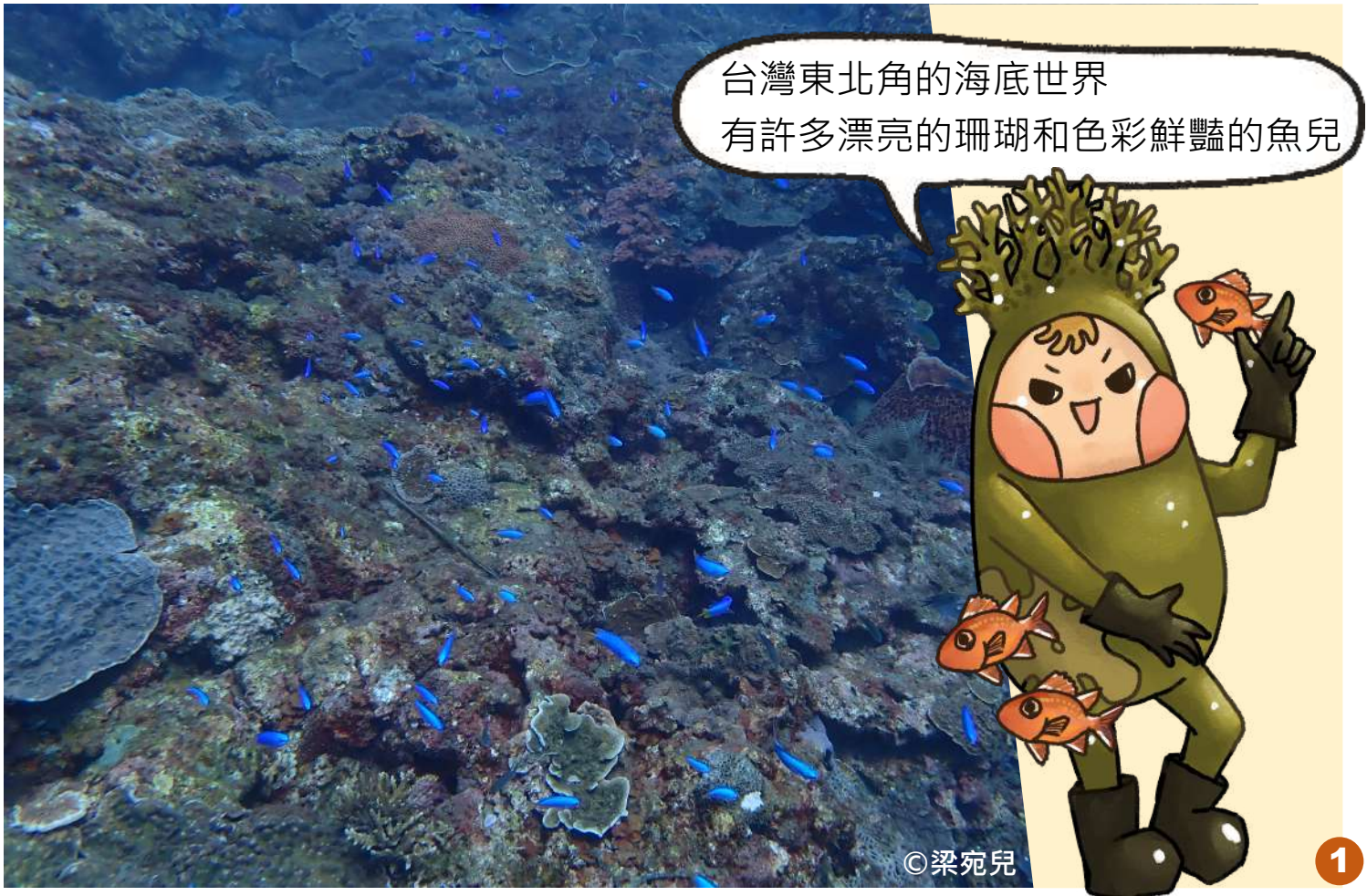
**5.**

珊瑚的重要  
性與復育

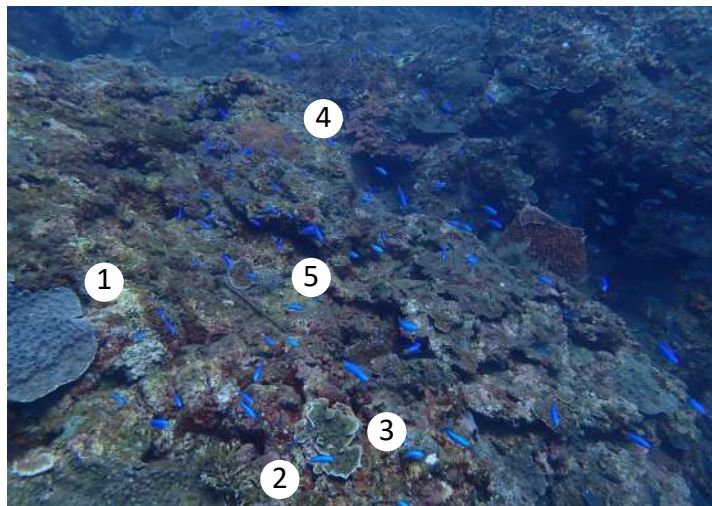


請各位種子教師搭配2023 珊瑚小學堂之珊瑚勇者傳說112年版的教材一起參考使用

## 找找看珊瑚在哪裡呢？



深入瞭解：



在圖片中可以看到許多珊瑚，由左開始是(1)斜花珊瑚屬、(2)軸孔珊瑚、(3)表孔珊瑚、(4)和(5)都是菊珊瑚！

台灣四周環海，加上優越的地理位置，台灣南部的恆春半島、綠島、蘭嶼和小琉球的沿岸海域，有非常豐富的「珊瑚礁」，在東部、東北角及澎湖群島的沿岸海域則僅有零星分布的珊瑚群聚，並不是珊瑚礁，這稱為「非礁型珊瑚群聚」(non-reefal coral communities) 主要因為冬季東北季風使得水溫較低(約18度)、藻類競爭、生物侵蝕和風浪侵蝕作用強烈的影響(戴&鄭，2020)。

## 珊瑚是動物？植物？還是石頭呢？



珊瑚是動物，因為長相的關係常常被誤認為是石頭或是植物

2

深入瞭解：

珊瑚是動物、植物、還是石頭？這是最常見被問到的問題，也是最讓人搞不清楚的地方。實際上，珊瑚是一種動物，由於外型的關係，常常被誤認是石頭和植物。珊瑚不單只是動物，牠是一種具有「植物特性的動物」，因為珊瑚體內居住著一群藻類，稱為蟲黃藻（又稱為共生藻），蟲黃藻和植物一樣會進行光合作用，將產生的氧氣與養分提供給珊瑚，這也是為什麼有人會認為珊瑚是植物的原因之一。(共生藻相關內容請看P.21)

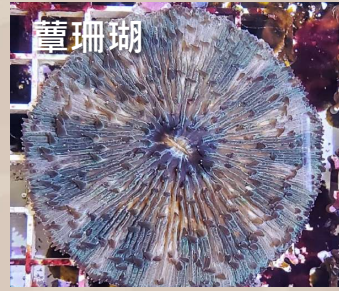
隨堂小考試-珊瑚的形狀 猜猜看並寫下來照片中珊瑚是什麼形狀



團塊微孔珊瑚



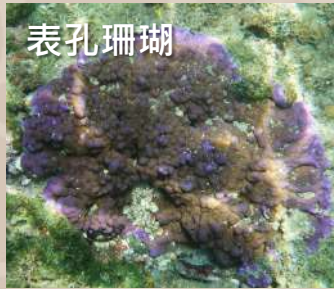
軸孔珊瑚



簞珊瑚



雀屏珊瑚



表孔珊瑚



萼形柱珊瑚



隨堂小考試-珊瑚的形狀 猜猜看並寫下來照片中珊瑚是什麼形狀

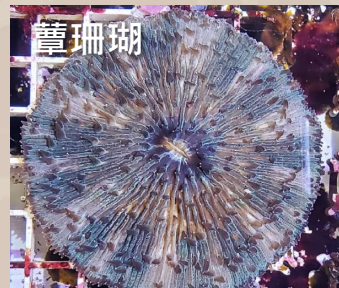
解答



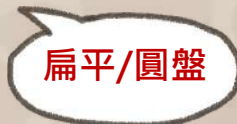
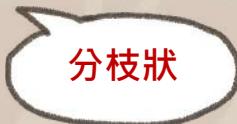
團塊微孔珊瑚



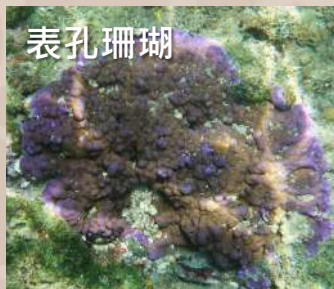
軸孔珊瑚



簞珊瑚



雀屏珊瑚



表孔珊瑚



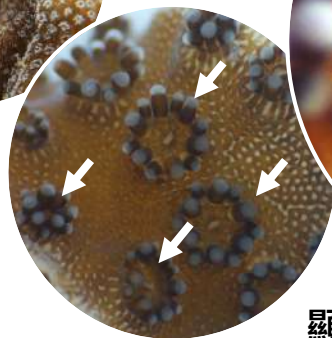
萼形柱珊瑚



深入瞭解：

1. 群體珊瑚的型態長隨著生長環境和過程會有不同，主要可以分為(1) 團塊狀 (massive)、(2) 分枝狀(branching)、(3) 扁平/圓盤狀(flat or dome-shaped)、(4) 葉片形(foliaceous)、(5) 表覆形(encrusting)、(6) 柱形 (columnar)及(7) 板葉形 (laminar) 等(戴&鄭，2020)。
2. 圖片中的團塊微孔珊瑚、軸孔珊瑚、雀屏珊瑚、表孔珊瑚及萼形柱珊瑚都是東北角常見的珊瑚物種，北部主要以團塊形和表覆形珊瑚較佔優勢，南部則為分枝形或葉片形珊瑚較佔優勢(戴&鄭，2020)。

## 觀察看看珊瑚的身上有什麼呢？



顯微鏡下萼形柱珊瑚的珊瑚蟲

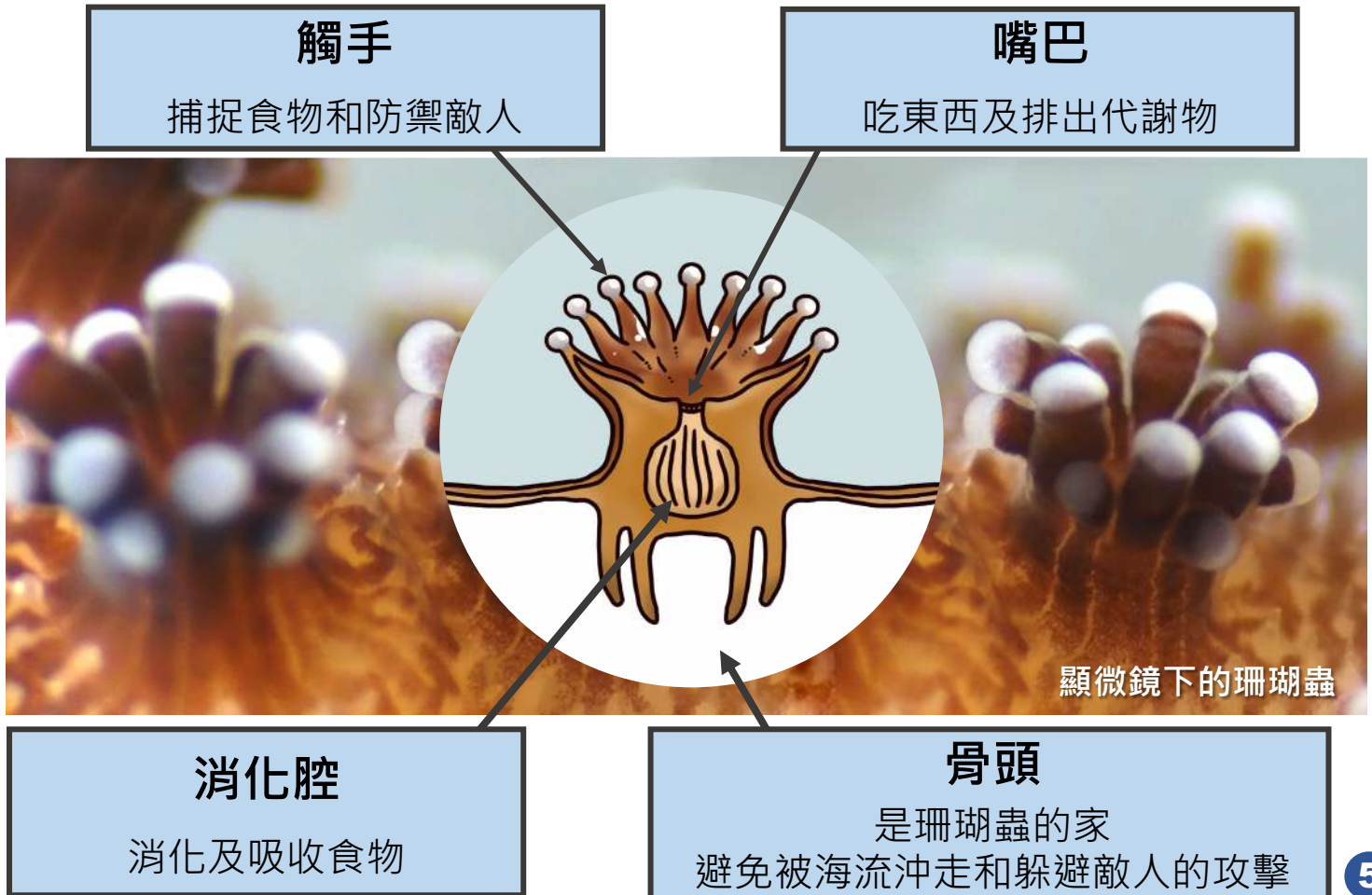


珊瑚身上有一朵一朵像花一樣的東西，牠是珊瑚的最小個體單位，稱為『珊瑚蟲』，在野外看到的珊瑚都是由很多珊瑚蟲聚在一起所形成科學家稱為牠們為『群體珊瑚』

深入瞭解：

在野外看到一株一株的珊瑚，千萬別以為牠就是一個珊瑚喔！珊瑚的身上有一個一個的小東西，在顯微鏡底下觀察像是一朵一朵的花，稱為「珊瑚蟲」(polyp)，是珊瑚個體的最小單位，珊瑚是由這些珊瑚蟲聚集在一起的，稱為「群體珊瑚」(colony)。在野外看到的珊瑚是一個群體珊瑚，而不是一個個體的珊瑚喔。

# 珊瑚蟲的身體構造



5

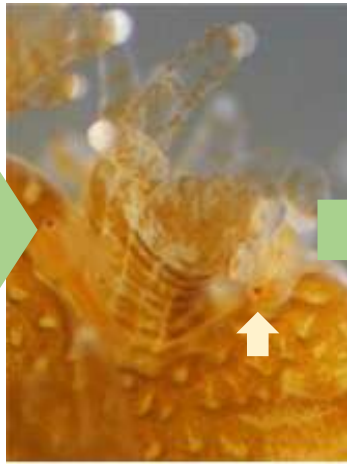
深入瞭解：

珊瑚是動物，在演化上屬於構造較簡單的生物，不像人類一樣具有頭腦、脊椎及血管等構造，珊瑚蟲具有神經、肌肉、觸手、嘴巴、消化腔、生殖腺及形成骨頭的能力。

1. 神經(nerve)：可以感受外界環境的變化。
2. 肌肉(muscle)：藉由收縮與舒張可以進行移動。
3. 觸手(tentacle)：捕捉食物或防禦敵人。
4. 嘴巴(mouth)：食物與代謝物皆由此進出。
5. 消化腔(gastrovascular cavity)：內部具有腸繫膜絲(mesenterial filaments)，可以分泌出消化酵素，用來消化並吸收食物，類似人類的腸胃道系統。
6. 生殖腺(gonad)：珊瑚蟲具有繁衍後代的能力，可以產生卵子與精子進行有性生殖，產生下一個子代。
7. 形成骨頭：珊瑚可以分泌出碳酸鈣(Calcium carbonate,  $\text{CaCO}_3$ )的骨骼，在經年累月的堆積下形成珊瑚礁，此外骨頭也是珊瑚蟲的家，可避免珊瑚蟲被海流沖走和躲避敵人的攻擊。
8. 不同種的珊瑚其珊瑚蟲外觀、大小、顏色及觸手長度都不同，有些珊瑚的珊瑚蟲很大，直徑約為3-5公分，有些珊瑚的珊瑚蟲很小，直徑約為1-2公釐。



# 珊瑚蟲怎麼吃東西呢？



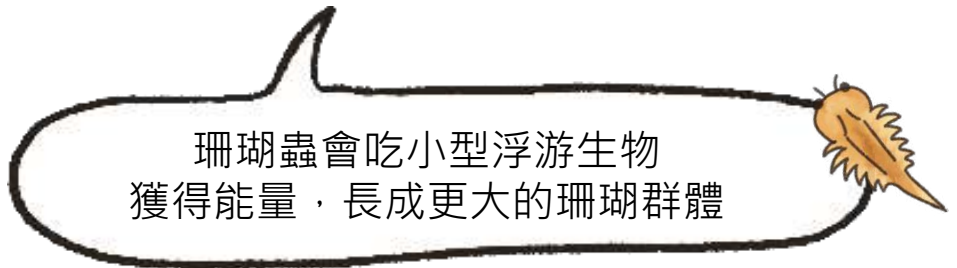
珊瑚蟲



珊瑚蟲的觸手會抓  
小型浮游生物

慢慢的從嘴巴  
把小型浮游生物  
吃進去

小型浮游生物  
在消化腔內慢慢  
被消化吸收



## 深入瞭解：

1. 珊瑚蟲利用觸手捕食，當抓到食物後會慢慢的放到嘴巴，珊瑚蟲身上有很多細小的毛稱為「纖毛」(cilia) 會將食物由嘴巴送到消化腔內進行消化吸收，纖毛也幫助其他物質的運輸 (如：氧氣、二氧化碳、營養物質和代謝物等)。
2. 珊瑚除了會吃小型浮游生物外，還會吃細菌、矽藻等，體型較大的珊瑚蟲還可以吃小型的節肢動物，如：豐年蝦、橈腳類。(珊瑚基本上什麼都會吃，之前研究指出珊瑚體內有觀察到塑膠碎片)
3. 在消化腔內的食物，需要經過3個小時才會被分解消化，當珊瑚蟲不小心吃到不能吃的東西時(塑膠碎片)，珊瑚蟲會藉由消化腔內肌肉的縮收和水的流動，把東西從嘴巴吐出來。
4. 不同種的珊瑚牠們吃東西的速度都不一樣，即使在同一個群體上的珊瑚蟲，吃東西的速度也不同，珊瑚蟲和珊瑚蟲之間有一個連接的組織稱為「共肉組織」(coenosarc) 其中一項功能為傳遞養分，因此在同一個群體上的珊瑚蟲，不需要每個珊瑚蟲都吃東西才能獲得養分，彼此之間可以透過共肉組織獲得其他珊瑚蟲所得到的養分。



# 群體珊瑚是怎麼來的？

這是細枝鹿角珊瑚的成長過程



1個珊瑚蟲  $\xrightarrow{3\text{個月}}$  22個珊瑚蟲  $\xrightarrow{\text{數年}}$  1個珊瑚群體

1 個珊瑚蟲經過一段時間後，會長出和自己一模一樣的珊瑚蟲隨著時間越長，珊瑚蟲的數量也越來越多，這個過程稱為『珊瑚的無性生殖』

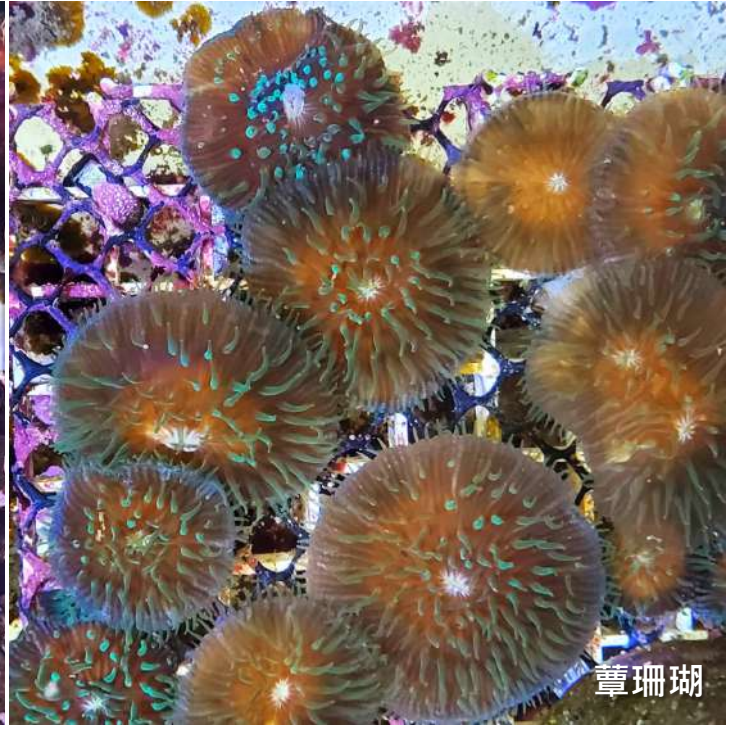
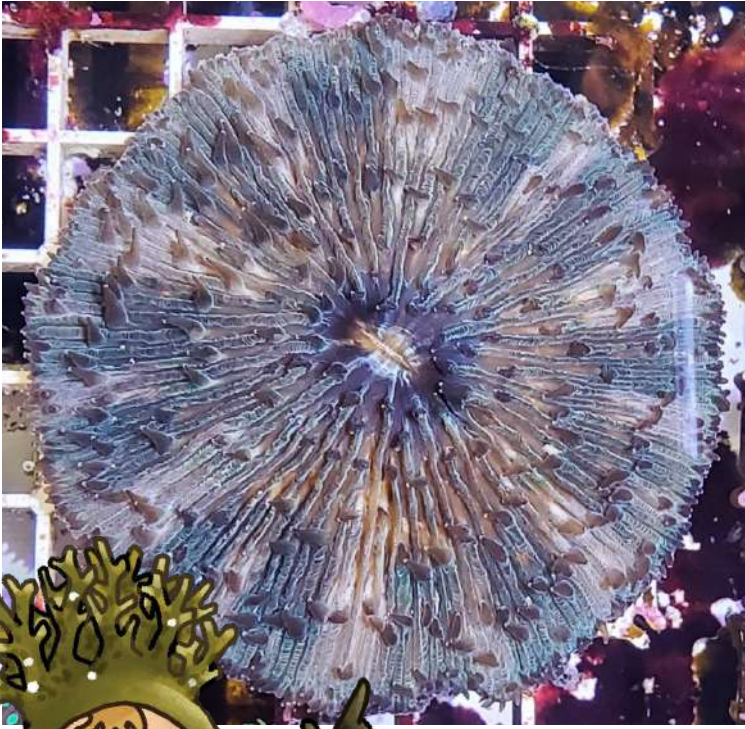


深入瞭解：

群體珊瑚是珊瑚蟲以無性生殖的方式所產生，珊瑚蟲的無性生殖可分為出芽生殖(budding)、分裂(fission)、斷裂(fragmentation)及珊瑚蟲脫出(polyp bail-out)等方式(戴&鄭，2020)。

1. 出芽生殖：又可以細分成觸手內出芽(intratentacular budding)、觸手外出芽(extratentacular budding)、環口出芽(circumoral budding)。
2. 分裂生殖：1個珊瑚蟲分裂成2或3個珊瑚蟲。
3. 斷裂生殖：從原有的群體珊瑚上斷掉，產生較小且新的群體珊瑚，斷掉的原因為外力(海浪撞擊而折斷)或是珊瑚蟲自發性的斷裂。
4. 珊瑚蟲脫出：是一種自然現象，目前只觀察到少數的珊瑚物種有此現象，脫出的原因為當珊瑚所生活的環境發生改變或不適合生存時，珊瑚蟲會從群體珊瑚中脫離，形成游離的珊瑚蟲，隨著海流尋找適合生存的地方，接著會附著形成一個新的群體珊瑚。

## 世界上的珊瑚都是群體珊瑚嗎？

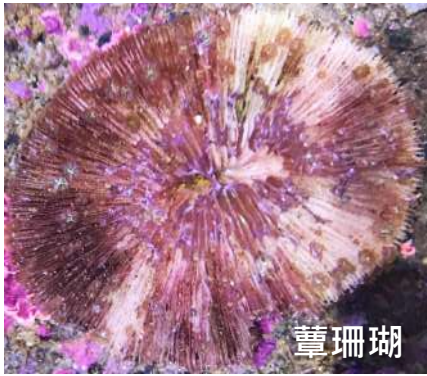


也有單獨生活的 1 個珊瑚蟲，稱為『單體珊瑚』，世界上約有50多種的單體珊瑚，牠們的珊瑚蟲大小都比群體珊瑚的珊瑚蟲還要大

深入瞭解：

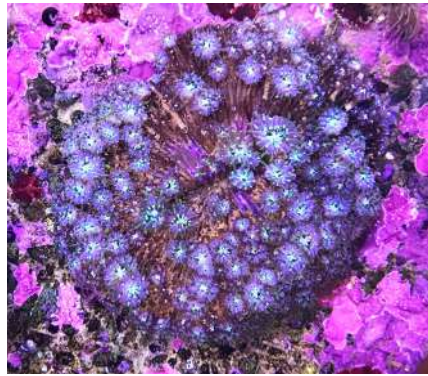
1. 單體珊瑚中大多數為蕈珊瑚科的珊瑚，珊瑚蟲形狀呈圓形、長橢圓或半球形，整體看來像香菇傘頂的部份，因而有「蕈珊瑚」(mushroom coral)之稱。
2. 蕈珊瑚可以固著或游離 (free-living)型生活在海底的底部，固著為固定在一處，游離則為可以緩慢地在海底移動，蕈珊瑚藉由膨脹其觸手與體腔的方式進行移動(戴&鄭，2020)，當蕈珊瑚被沈積物掩埋時，也可以自行脫離避免死亡，因此蕈珊瑚也有「會走路的珊瑚」之稱。

# 單體珊瑚怎麼來的呢？



蕈珊瑚

單體珊瑚

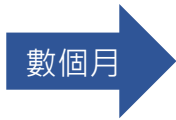


單體珊瑚長出新的珊瑚蟲



原來的單體珊瑚  
(媽媽)

新的單體珊瑚  
(小北鼻)

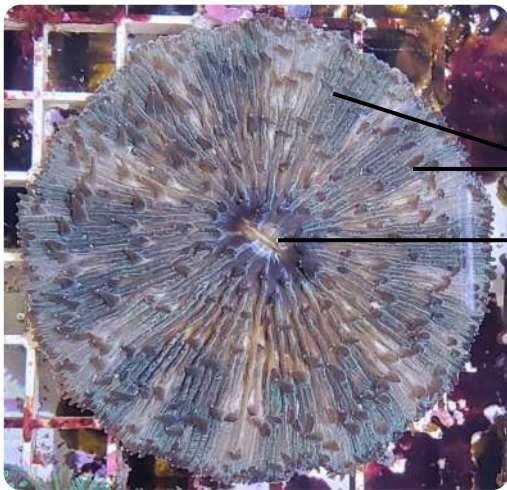


單體珊瑚也會無性生殖，經過一段時間後，會在自己的身上長出和自己一模一樣的珊瑚蟲，在適當的時機下，新長出來的珊瑚蟲就會掉下來，成為一個新的單體珊瑚



9

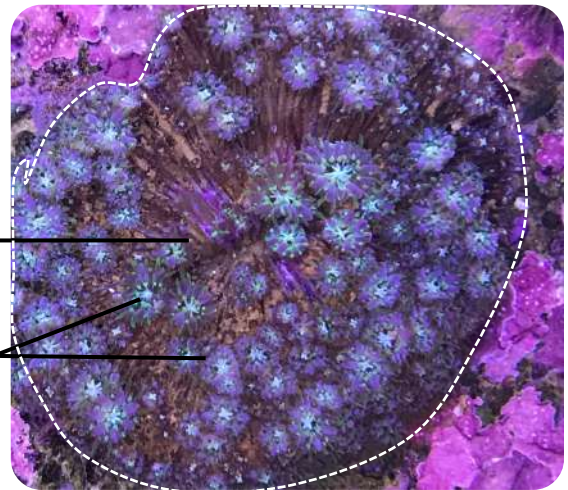
深入瞭解：



觸手

嘴巴

珊瑚蟲  
(小北鼻)



母體蕈珊瑚(媽媽)中間為珊瑚蟲的嘴巴，一點一點凸凸的是母體蕈珊瑚(媽媽)的觸手，白色虛線為母體蕈珊瑚(媽媽)會藉由無性生殖的方式，在身上形成許多小的珊瑚蟲(小北鼻)這些珊瑚蟲(小北鼻)此時是附著在母體蕈珊瑚(媽媽)上的，珊瑚蟲(小北鼻)會等待適合的時機或受到海流的影響，珊瑚蟲(小北鼻)會從母體蕈珊瑚(媽媽)身上掉下來，形成一個新的蕈珊瑚個體。

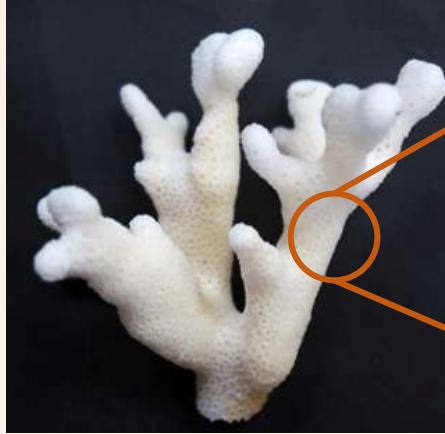
# 珊瑚的骨頭

珊瑚外觀

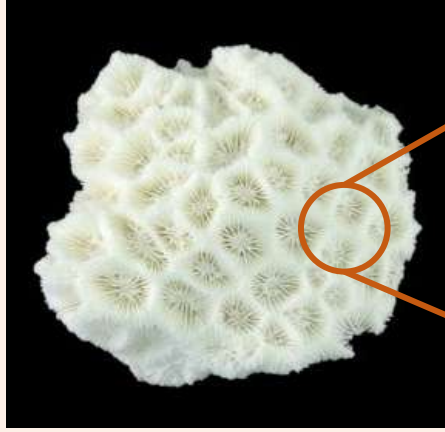
珊瑚骨頭

顯微鏡底下的樣子

萼形柱珊瑚



五邊角菊珊瑚



10

深入瞭解：

1. 珊瑚特別的地方為可以形成碳酸鈣的骨頭，但並不是所有珊瑚都能形成碳酸鈣骨頭喔！會形成碳酸鈣骨頭的珊瑚稱為「石珊瑚」(stony coral)，珊瑚礁都是由石珊瑚分泌出碳酸鈣骨骼所形成的一個地形，目前世界上約有1,300多種的石珊瑚。
2. 如何製作珊瑚骨頭標本：要完整去除珊瑚上的珊瑚蟲組織和味道，只留下漂亮白白的骨頭，可以試試這個方法，步驟非常的簡單！
  - (1) 準備的材料：死掉的珊瑚、手套、漂白水、盆子或水桶的容器
  - (2) 作法：將死掉的珊瑚整個放入盆子或水桶內，戴上手套，加入未稀釋的漂白水(要小心，不要噴濺到自己)，讓珊瑚完全浸泡在漂白水裡面並靜置1-2天，結束後小心地將珊瑚從盆子或水桶內拿出來(記得戴手套喔)，用自來水清洗珊瑚身上的漂白水，之後放置在陰涼處風乾，即完成珊瑚骨頭標本。

**！！注意！！ 不可以到海裡偷採珊瑚製作珊瑚骨頭標本喔，這是犯法的行為！**

# 顯微鏡下珊瑚骨頭的樣子



萼形柱珊瑚



五邊角菊珊瑚



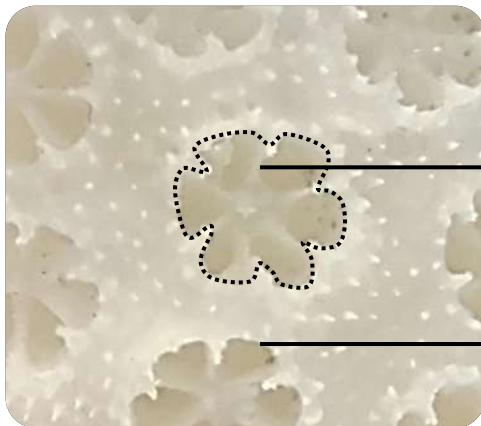
當珊瑚蟲死掉後會留下白白的『骨頭』，它主要的成分為『碳酸鈣』，是由珊瑚蟲自己做出來的。在顯微鏡底下珊瑚的骨頭，裡面有一個洞一個洞是珊瑚蟲的家，裡面有一片一片的是『骨頭的隔板』，這是『石珊瑚』才有的特徵



11

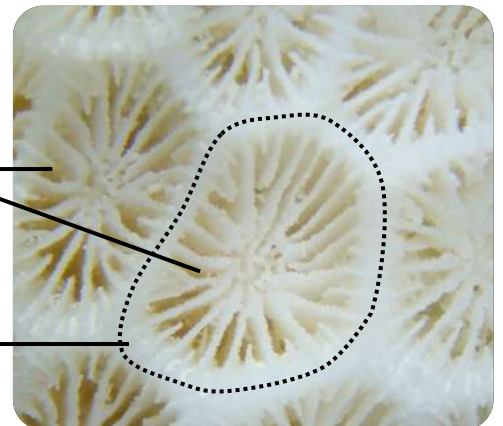
深入瞭解：

1. 不同種珊瑚其骨頭外觀及骨頭隔板形狀都不一樣，是科學家將珊瑚分門別類的方法之一。



隔板

鞘壁



2. 珊瑚蟲所居住的位置稱為「珊瑚孔」(corallite)，圍住珊瑚蟲像牆壁的地方稱為「鞘壁」(theca)，而珊瑚孔內的片狀骨頭稱為「隔板」(septa)，其數量通常為6或6的倍數，隔板排列的方式可分為2種：(1) 正常排列方式，即各隔板獨立生長；(2) 摺葉排列，即部份隔板末端接近珊瑚孔中心處癒合，但只有少數的珊瑚有觀察到。圖片中的萼形柱珊瑚及五邊角菊珊瑚皆為正常排列方式(戴&鄭，2020)。

隨堂小考試-珊瑚骨頭的形狀 連連看，海中的珊瑚 牠們的骨頭長什麼樣子呢？



團塊微孔珊瑚



軸孔珊瑚



萼形柱珊瑚



雀屏珊瑚



表孔珊瑚

● 分枝狀 ●

● 柱形狀 ●

● 表覆形 ●

● 葉片形 ●

● 團塊狀 ●



隨堂小考試-珊瑚骨頭的形狀 連連看，海中的珊瑚 牠們的骨頭長什麼樣子呢？

解答



團塊微孔珊瑚



軸孔珊瑚



萼形柱珊瑚



雀屏珊瑚



表孔珊瑚

● 分枝狀 ●

● 柱形狀 ●

● 表覆形 ●

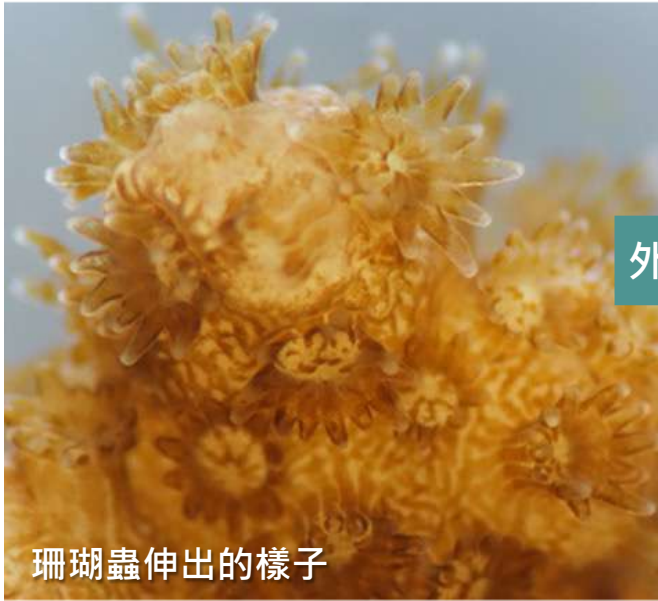
● 葉片形 ●

● 團塊狀 ●



## 珊瑚骨頭的功能

珊瑚蟲能感覺到外在的刺激，會縮進骨頭裡面



外在刺激



骨頭對於珊瑚蟲的功能

1. 保護珊瑚蟲避免被其他動物吃掉
2. 是個穩固的房子，可以避免珊瑚蟲被海流沖走
3. 比較容易可以形成更大的珊瑚群體



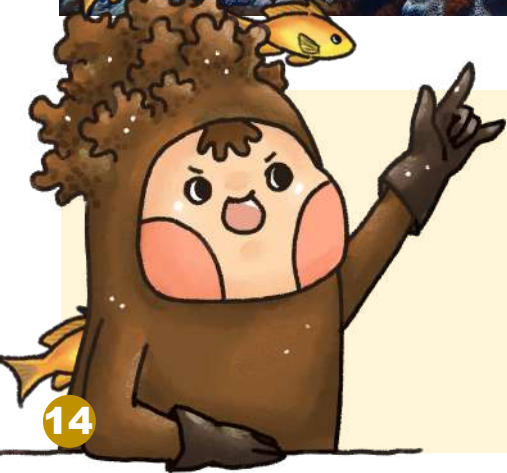
深入瞭解：

骨頭對於珊瑚蟲的功能有

1. 保護珊瑚蟲避免被其他動物吃掉，珊瑚蟲藉由肌肉的縮收將體內的海水排出，快速的縮進珊瑚孔中。
2. 碳酸鈣骨骼很硬，珊瑚生長在上面，可以避免珊瑚蟲被海流沖走。
3. 有骨頭的地方，珊瑚組織比較容易生長在上面，可以較容易形成群體珊瑚。



# 珊瑚骨頭在生態上的功能及應用



1. 可以形成珊瑚礁
2. 死掉的珊瑚骨頭被海浪分解成細沙豐富了海灘，是一個天然的過濾系統，能淨化海水
3. 可以用來記錄珊瑚的生長狀況
4. 珊瑚的骨頭也被當作人類骨頭移植的材料

## 深入瞭解：

1. 珊瑚礁是由珊瑚蟲一點一滴累積碳酸鈣骨骼所形成的，一個珊瑚礁的形成需要非常久的時間，目前世界上最大最長的珊瑚礁就是澳洲的大堡礁，長約2,600公里，寬約161公里，約在6,000-8,000年前形成。
2. 死掉的珊瑚骨頭在海底可能會被海流或其他外力折斷，斷掉的珊瑚骨頭隨著海浪移動被堆積在岸上或分解成更小的碎片，經過長時間海浪的侵蝕與拍打分解成更細小的砂(珊瑚砂)，在台灣有許多珊瑚貝殼的砂灘，仔細找找你會發現有很多珊瑚的骨頭在上面喔！
3. 珊瑚骨頭是由珊瑚蟲所分泌出來的，其孔洞非常的細緻，是非常良好的過濾材料，可以淨化海水。
4. 珊瑚骨頭上的孔洞大小相近、分布均勻，經過特殊的處理後，珊瑚骨頭可當作人類骨頭的移植物質，使得造骨細胞和血球細胞能在孔洞裡流通，新生的血管和骨頭組織也能順利生長。或許有人會提出疑問用珊瑚骨頭取代合成材料，會不會導致珊瑚礁遭到破壞，目前用於人類骨頭移植的珊瑚是人工養殖出來的，養殖的珊瑚不僅具有一定的生產規模，也能確保珊瑚在無病原體、寄生蟲及其他污染下成長，當作醫療物品也更加安全且符合醫學要求(Green et al. 2017)。

隨堂小考試-珊瑚的親戚是誰呢？珊瑚的親戚有誰呢？

請在框框中打勾✓



奶嘴海葵



馬糞海膽



美麗海葵



呂宋棘海星



黑海參



水母



軟珊瑚



海綿



隨堂小考試-珊瑚的親戚是誰呢？珊瑚的親戚有誰呢？

請在框框中打勾✓

解答



奶嘴海葵



馬糞海膽



美麗海葵



呂宋棘海星



黑海參



水母



軟珊瑚



海綿



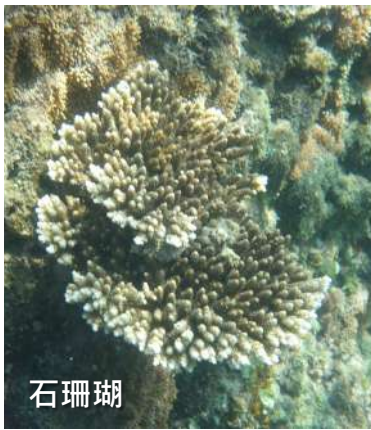
深入瞭解：

1. 奶嘴海葵(*Entacmaea quadricolor*)屬於刺絲胞動物門 珊瑚蟲綱 海葵目，奶嘴海葵會與小丑魚共生。
2. 馬糞海膽(*Tripneustes gratilla*)屬於棘皮動物門 海膽綱 海膽目，馬糞海膽是我們在高級日本料理店所吃的海膽，而食用的部位是牠的生殖腺。
3. 美麗海葵(*Aiptasia pulchella*)屬於刺絲胞動物門 珊瑚蟲綱 海葵目，美麗海葵貌不揚但生命力旺盛，常常出現在海水水族缸中，被水族玩家戲稱為垃圾海葵，對於水族玩家來說是個頭痛的生物！
4. 呂宋棘海星(*Echinaster luzonicus*)屬於棘皮動物門 海星綱 有瓣目，呂宋棘海星棲息於珊瑚礁中，其再生能力強，藉由自割行無性生殖，能夠以單隻斷腕形成一個完整的海星。
5. 黑海參(*Holothuria atra*)屬於棘皮動物門 海參綱 楯手目，黑海參是珊瑚礁中常見的生物之一，會吞食細沙濾食其中的有機物和碎屑。
6. 海月水母(*Aurelia aurita*)屬於刺絲胞動物門 鉢水母綱 旗口水母目，海月水母是水族館中常見的水母之一。
7. 聚集指形軟珊瑚(*Sinularia numerosa*)屬於刺絲胞動物門 珊瑚蟲綱 軟珊瑚目，軟珊瑚不會產生碳酸鈣骨頭，但身體內有鈣質的骨針，用來支撐軟珊瑚的身體。
8. 桶狀海綿(*Xestospongia testudinaria*)屬於多孔動物門也稱海綿動物門，身體巨大，中間有一個大凹洞，看起來像是一個水桶，洞內表面不平且粗糙，牠們依靠海水流過自己的身體來獲得食物和氧氣並消除廢物。

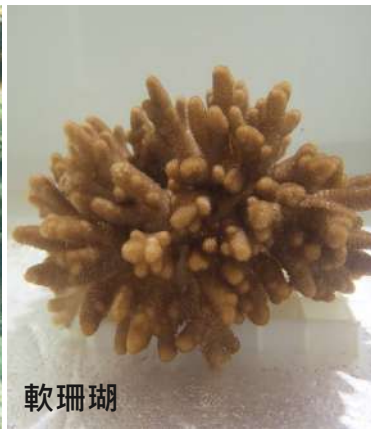
# 刺絲胞動物



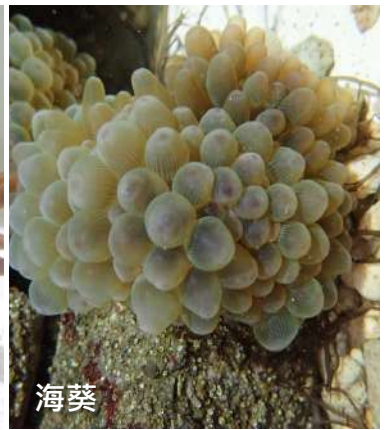
水母



石珊瑚



軟珊瑚



海葵

刺絲胞動物門包含水母、石珊瑚、軟珊瑚及海葵等動物，牠們都具有像毒箭一樣特別的細胞，稱為『刺絲胞』具有神經毒素，當刺絲胞動物遇到敵人攻擊或要捕捉獵物時會放出刺絲胞攻擊敵人或獵物，讓牠們神經麻痺



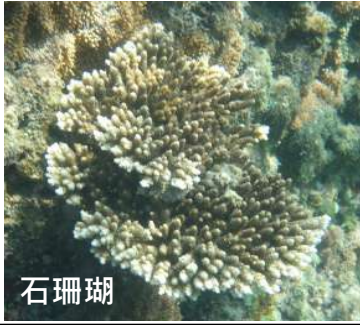
16

深入瞭解：

刺絲胞動物門(Cnidaria)包含：水母(jellyfish), 珊瑚(coral), 海葵(sea anemone)、水螅(hydra)等動物，其共同特徵為：

1. 二胚層動物(diploblastic animals)，由內胚層和外胚層所構成。
2. 具有觸手，觸手內含有刺絲胞(cnidocytes)，可以用來攻擊敵人，如：僧帽水母刺細胞毒性很強會造成人類死亡，但大多數的刺絲胞毒性微弱，對人類的傷害較小。
3. 身體呈輻射對稱。
4. 只有單一個對外的開口。

# 石珊瑚、軟珊瑚和海葵不同的地方






石珊瑚



軟珊瑚



海葵

觸手的數量	6 的倍數	8個	6 的倍數
摸起來的感覺	硬硬的	QQ的	軟軟的
骨頭的位置	在珊瑚蟲外面	在珊瑚蟲裡面	沒有骨頭
骨頭名稱	骨骼	骨針	無
外觀			

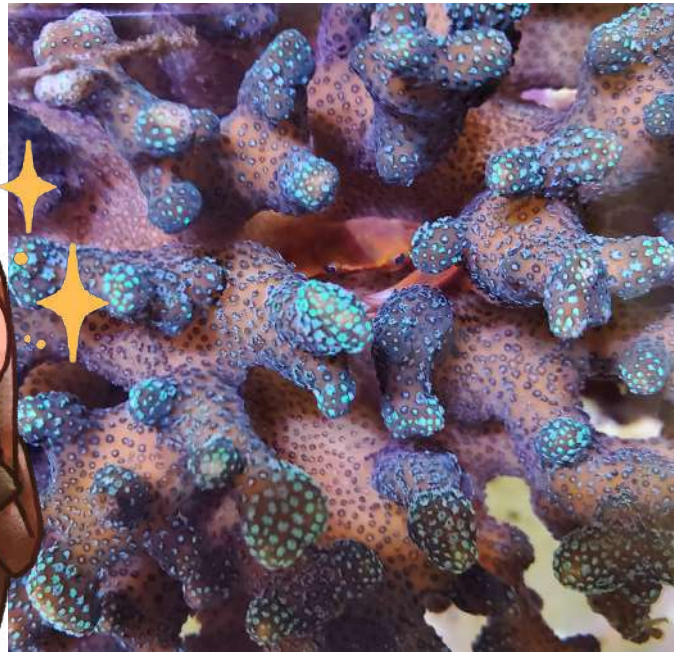
石珊瑚與軟珊瑚的差異為石珊瑚會形成骨骼，軟珊瑚會形成骨針  
軟珊瑚的骨針非常細小，要在顯微鏡底下觀察才知道骨針的形狀

## 深入瞭解：

只看外觀其實很容易搞混石珊瑚、軟珊瑚和海葵，那要如何分辨呢？其實不太容易連科學家也容易搞錯，我們可以

1. 數一數珊瑚蟲觸手的數量：石珊瑚的珊瑚蟲其觸手為6或6的倍數，軟珊瑚的珊瑚蟲其觸手為8隻，而海葵的觸手為6或6的倍數。
2. 摸摸看：石珊瑚摸起來硬硬的，因為有硬硬的碳酸鈣骨頭。軟珊瑚摸起來有QQ的，因為身體內有鈣質的骨針，且骨針非常細小，需要在顯微鏡底下觀察才知道骨針的形狀。
3. 海葵則摸起來軟軟的，因為身體內沒有骨頭也沒有骨針。

# 珊瑚的共生生物



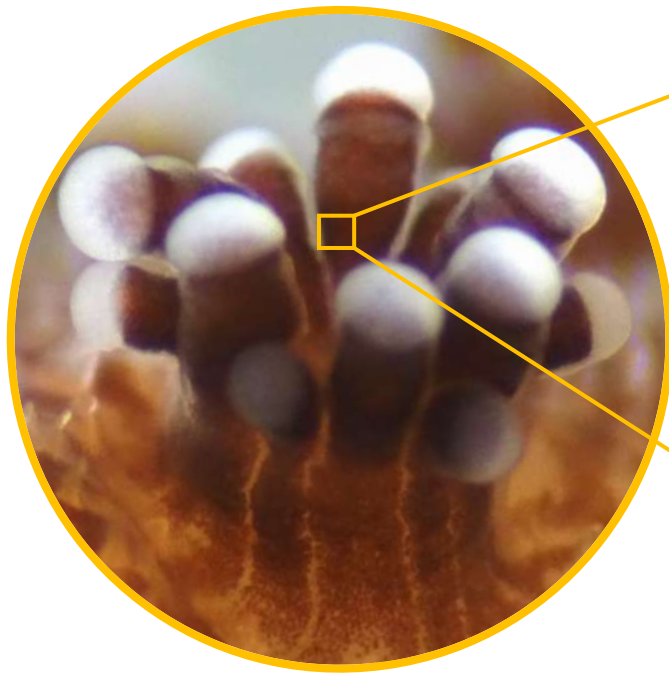
珊瑚是共生螃蟹的家，珊瑚分泌的黏液是螃蟹的食物之一，當珊瑚受到其他生物攻擊時，共生螃蟹也會反擊敵人，保護珊瑚

深入瞭解：

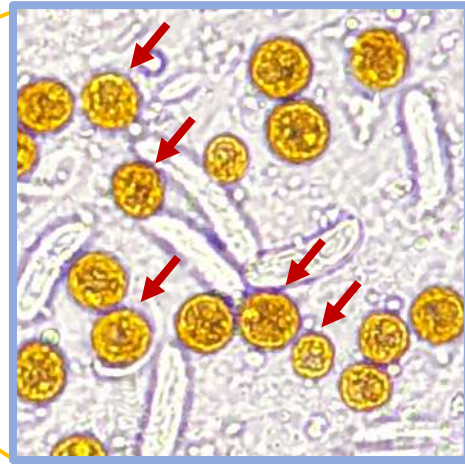
珊瑚身上可以發現共生的生物，如：螃蟹、蝦子和小型的魚類，這些生物身體的顏色通常和珊瑚的顏色非常相似，牠們隱藏在珊瑚內，使得掠食者不容易發現。

1. 細紋梯形蟹(*Trapezia septate*, Honeycomb Coral Crab)，常雌雄成對的與鹿角珊瑚科、軸孔珊瑚科等共生。梯形蟹會以步腳趾尖的梳毛刺激珊瑚分泌黏液，再收集黏液和其上黏附的浮游生物、細菌或碎屑為食物，受到珊瑚的保護而逃避敵害(如：蝶魚)，還會移除沉降在珊瑚上的碎片，防止珊瑚的組織壞死，更會用鉗指挾棘冠海星的管足，幫助珊瑚抵禦敵害，與珊瑚之間彼此形成密切的互利共生關係(陳育賢, 2014)。
2. 黃梯形蟹(*Trapezia lutea*, Yellow dot guard crab)。

# 珊瑚體內的共生生物



珊瑚蟲



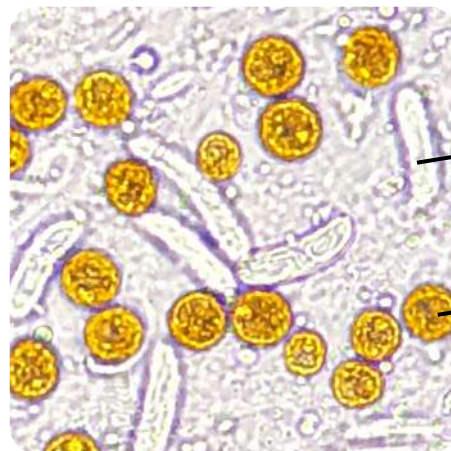
顯微鏡底下咖啡色的是蟲黃藻



19

深入瞭解：

1. 圖片中為圓圓咖啡色的生物為珊瑚體內居住的藻類，稱為蟲黃藻(zooxanthellae)又稱共生藻，其為單細胞浮游生物，屬於渦鞭藻綱，目前已知的共生藻種類約100多種。
2. 世界上的生物除了珊瑚有共生藻外，像是砵磔貝、海葵、水母、有孔蟲(星砂)等生物中也都有共生藻喔。

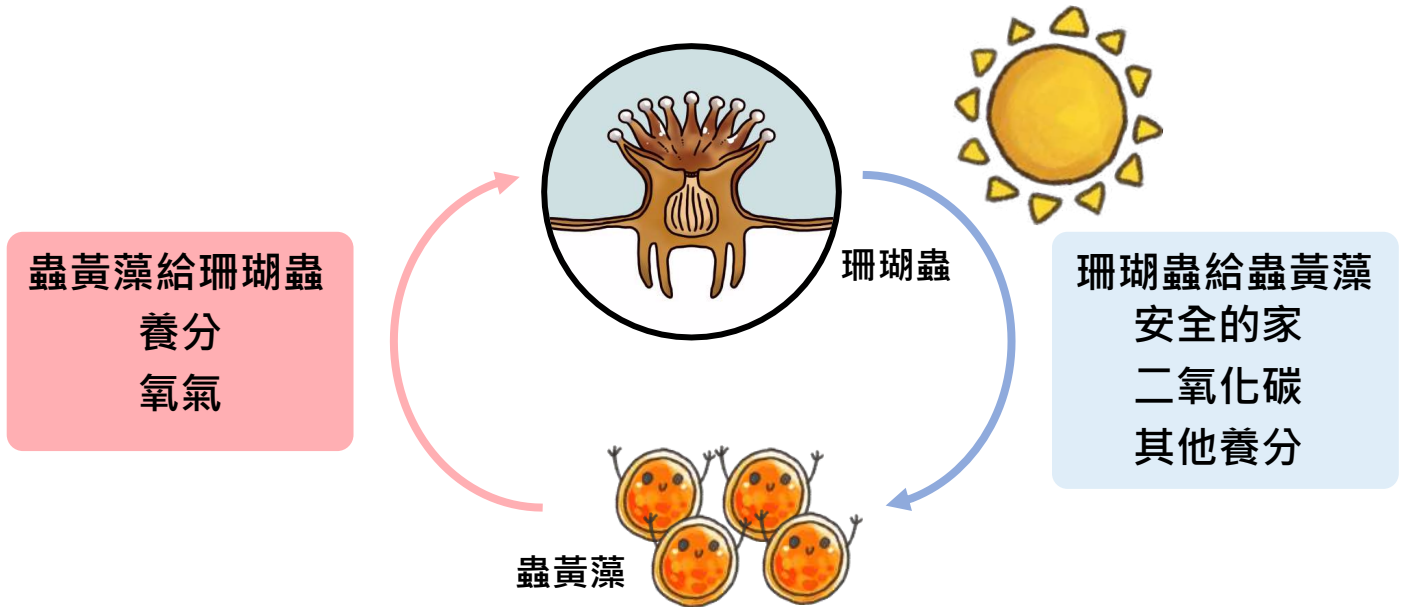


刺絲胞

共生藻

3. 這是將珊瑚組織壓扁在顯微鏡底下觀察的樣子，咖啡色圓圓的共生藻，長長橢圓形為珊瑚的刺絲胞。

# 珊瑚體內的蟲黃藻



咖啡色的生物是一群藻類，稱為『蟲黃藻』，牠們借住在珊瑚蟲身體內和珊瑚蟲一起生活。珊瑚蟲和蟲黃藻關係像房東和房客一樣，珊瑚蟲提供蟲黃藻一個安全的家、二氧化碳和其他養分；蟲黃藻則要繳交房租給珊瑚蟲(氧氣與養分當作房租給珊瑚蟲)，彼此間形成一個互助合作的關係，稱為『共生』，蟲黃藻又稱為

## 20 『共生藻』

深入瞭解：

1. 共生藻與珊瑚之間的關係就像房東和房客一樣，共生藻要繳交房租給珊瑚蟲，共生藻會行光合作用產生氧氣與養分當作房租送給珊瑚蟲；而珊瑚蟲提供共生藻一個安全的家、二氧化碳和其他養分，彼此之間形成一個互助合作的關係，稱為共生(symbiosis)；因為彼此間有互助合作，稱為互利共生(mutualism)。
2. 大部分珊瑚主要的營養來源為體內的共生藻，而共生藻也會促進珊瑚骨頭的形成。
3. 目前已知的共生藻種類約100多種，那牠們和珊瑚之間有沒有專一性呢？答案是有！珊瑚和共生藻之間的共生關係是具有專一性的，珊瑚會篩選可以一起居住的共生藻，而珊瑚體內也不只存在1種共生藻而已，可能會有2-3種，不同種的珊瑚其體內的共生藻種類也都不太一樣。



# 什麼是珊瑚白化：珊瑚蟲失去共生藻



珊瑚蟲體內的共生藻離家出走，珊瑚蟲就會變白或只剩下珊瑚原本的顏色，稱為『珊瑚白化』，白化的珊瑚並沒有死掉，像是生病一樣，說明現在的生長環境對珊瑚蟲來說非常的不好，當環境變好後，留在體內的共生藻會慢慢增加，珊瑚蟲也會慢慢恢復健康；但環境愈來愈差，珊瑚蟲就會死掉，最後只留下白色的骨頭

21

## 深入瞭解：

1. 珊瑚會分泌 **host releasing factor** 是一種小分子量的蛋白質，此蛋白質會誘導共生藻提供合成的光合作用產物，簡單來說，當珊瑚覺得養分不足時，珊瑚會釋放出這個蛋白質刺激共生藻提供更多的光合作用產物。
2. 已經白化的珊瑚並沒有死掉，像是生病一樣處於衰弱的狀態，說明現在的生長環境對珊瑚蟲來說非常的不好。當生長環境改善變好，珊瑚會藉由獲得海水中的蟲黃藻及還留在體內的共生藻會慢慢繁殖，以增加珊瑚體內共生藻的數量，恢復共生狀態，珊瑚也會慢慢恢復健康；但生長環境無法改善或愈來愈惡化，珊瑚蟲可能會因為被微生物入侵被分解組織而死亡，只剩下白白的骨頭。

## 隨堂測驗-珊瑚白化的原因 什麼原因會造成珊瑚白化呢？請打勾✓

- 海水溫度太低  海水溫度太高  海流方向  泥沙淤積  
 光照太弱  光照太強  細菌感染  水中營養鹽太高

1. 適合珊瑚生長的水溫在23-28度，當珊瑚長期處於不適合的水溫（太高或太低）體內的共生藻就會離開珊瑚蟲，造成珊瑚的白化
2. 共生藻會進行光合作用，若長期暴曬在強光下或是光照太弱的環境，共生藻不開心，會離開珊瑚蟲
3. 海底的泥沙淤積會覆蓋在珊瑚蟲身上，導致共生藻沒有光線，無法進行光合作用，共生藻也會離開珊瑚
4. 目前科學家發現，有些細菌如：弧菌，會造成珊瑚白化
5. 科學家也發現當海水中的氮磷營養鹽高時也會造成珊瑚白化

22

## 隨堂測驗-珊瑚白化的原因 什麼原因會造成珊瑚白化呢？請打勾✓

### 解答

- 海水溫度太低  海水溫度太高  海流方向  泥沙淤積  
 光照太弱  光照太強  細菌感染  水中營養鹽太高

1. 適合珊瑚生長的水溫在23-28度，當珊瑚長期處於不適合的水溫（太高或太低）體內的共生藻就會離開珊瑚蟲，造成珊瑚的白化
2. 共生藻會進行光合作用，若長期暴曬在強光下或是光照太弱的環境，共生藻不開心，會離開珊瑚蟲
3. 海底的泥沙淤積會覆蓋在珊瑚蟲身上，導致共生藻沒有光線，無法進行光合作用，共生藻也會離開珊瑚
4. 目前科學家發現，有些細菌如：弧菌，會造成珊瑚白化
5. 科學家也發現當海水中的氮磷營養鹽高時也會造成珊瑚白化

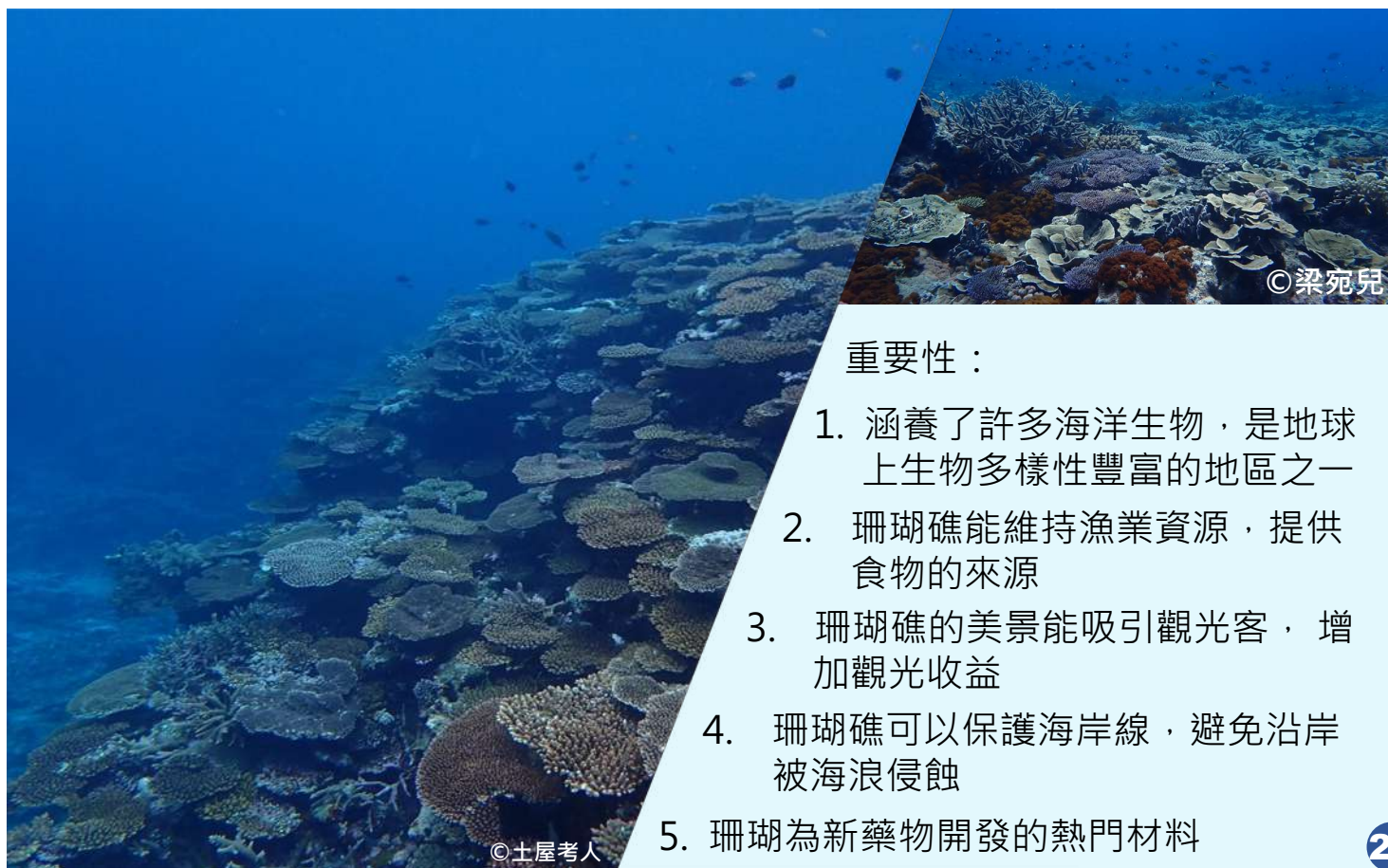
22

深入瞭解：

1. 目前科學家發現，有些細菌如：弧菌(*Vibrio shiloi*)，會造成珊瑚白化(Banin et al. 2000)。
2. 科學家也發現當海水中的氮營養鹽高時也會造成珊瑚白化(D' Angelo & Wiedenmann. 2014)。

# 珊瑚礁的重要性

珊瑚會形成骨頭，經過長期後會形成珊瑚礁，是海洋中重要的一個地方



重要性：

1. 涵養了許多海洋生物，是地球上生物多樣性豐富的地區之一
2. 珊瑚礁能維持漁業資源，提供食物的來源
3. 珊瑚礁的美景能吸引觀光客，增加觀光收益
4. 珊瑚礁可以保護海岸線，避免沿岸被海浪侵蝕
5. 珊瑚為新藥物開發的熱門材料

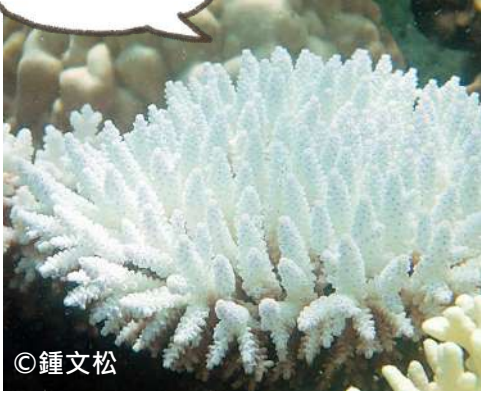
23

深入瞭解：

1. 珊瑚礁是由珊瑚蟲一點一滴累積碳酸鈣骨骼所形成的一種地形，珊瑚礁複雜的3D礁體結構讓海洋生物棲息於此，是地球上重要的生態系之一，其涵養了25%的海洋生物，是地球上生物多樣性最高且最豐富的地區之一，因此有「海洋中的熱帶雨林」之稱。
2. 珊瑚礁生態系提供人類的需求，如：
  - (1) 漁業資源：珊瑚礁佔魚類總捕撈量的四分之一，僅在亞洲就為約10億人提供糧食 (Moore & Best. 2001)。
  - (2) 觀光旅遊：近年來，許多國家的珊瑚礁區域被開發成新興觀光景點，吸引大量的觀光客前往欣賞美景、旅遊，以珊瑚礁區作為主要觀光旅遊產業的國家有澳洲大堡礁、帛琉、斐濟等。
  - (3) 保護沿岸的海岸線：珊瑚礁形成天然屏障，保護附近海岸線避免海浪的侵蝕，進而保護沿海住宅和海灘 (Burke et al. 2011)。
  - (4) 新藥物開發的材料：珊瑚礁是21世紀的藥箱，超過一半的新癌症藥物研究都集中在海洋生物上 (Fenical. 1996)。

# 珊瑚礁面臨的問題

珊瑚白化



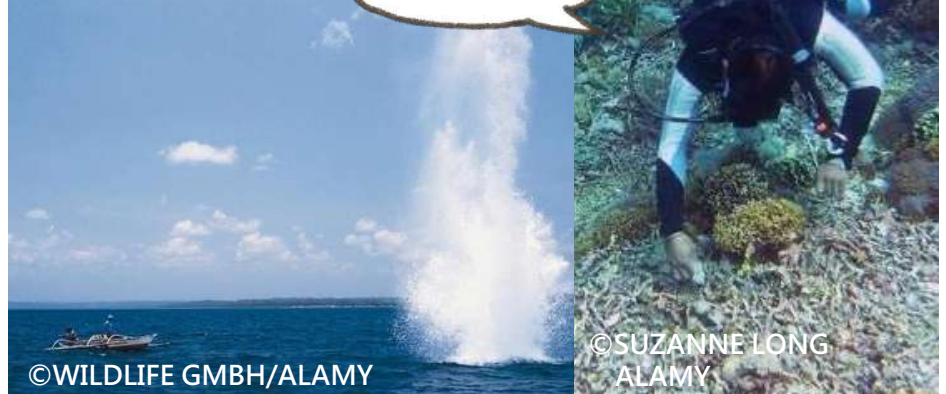
珊瑚被盜採



人類的過度捕撈漁獲，底刺網



爆破捕魚

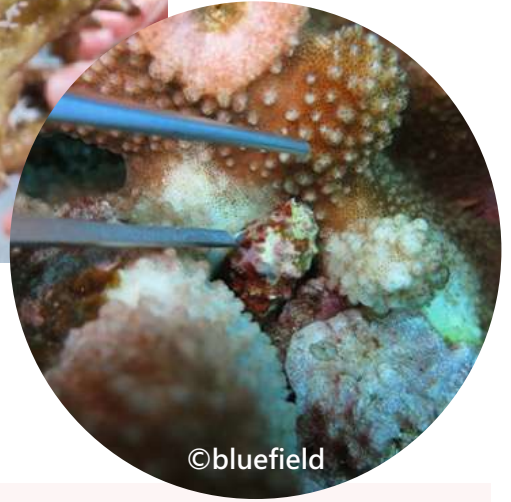
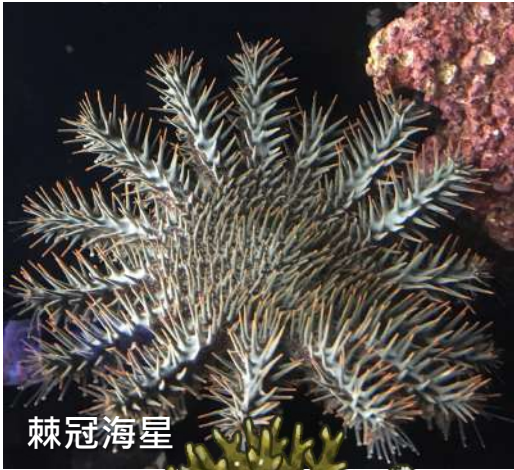


深入瞭解：

目前珊瑚礁面臨了許多問題

1. 珊瑚白化
2. 盜採珊瑚：台灣目前依照漁業法規規定，為維護珊瑚礁結構，禁採距岸12浬內的珊瑚礁，且規定漁船及研究單位採集珊瑚應經主管機關核准並取得漁業證照或採集許可證才能採集(行政院農業委員會漁業署中央法規)。
3. 過度捕撈漁獲和破壞性捕魚：世界上超過55%的珊瑚礁受到過度捕撈或破壞性捕撈的威脅(Burke et al. 2011)，其中破壞性捕撈包含底刺網及爆破捕魚法，底刺網漁法會破壞生長在底部的珊瑚礁也影響珊瑚礁生物的生存；爆破捕魚法會使珊瑚礁夷為平地，對珊瑚礁及生態系造成嚴重影響，目前在台灣禁用此漁法。

# 珊瑚礁面臨的問題-珊瑚的天敵



要怎麼阻止珊瑚被這些生物吃掉呢？

我們沒有辦法阻止這些生物去吃珊瑚，只能以人工方式將這些會吃珊瑚的生物，一個一個從珊瑚身上移除

25

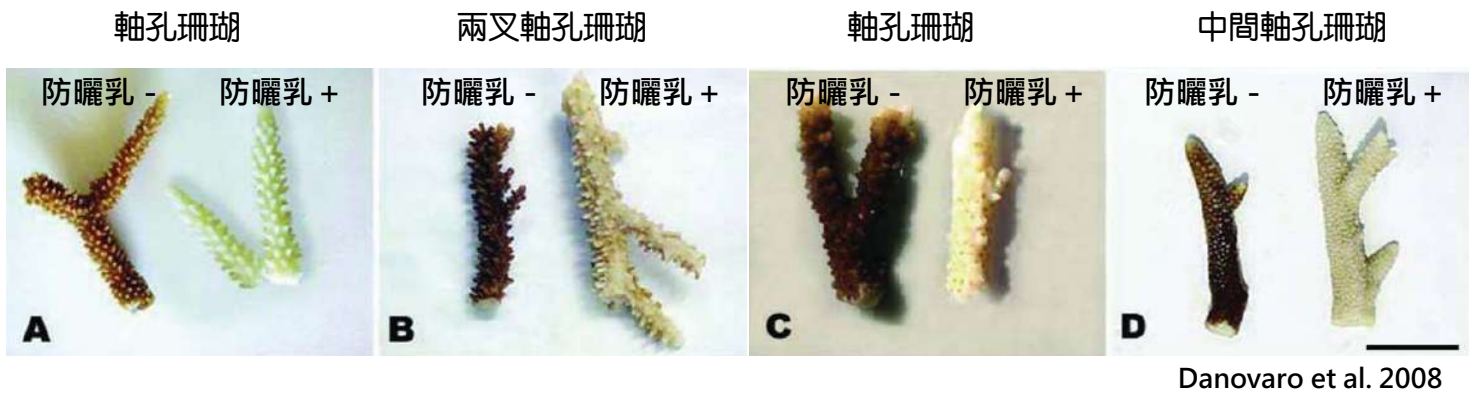
深入瞭解：

## 4. 珊瑚的掠食者

- (1) 棘冠海星(*Acanthaster planci*)又稱為魔鬼海星，是大型的多腕海星，成熟個體的直徑可以達到30-75公分，腕數為8-21隻，以珊瑚的組織為食，一隻成體的棘冠海星每年可以啃食掉4-6平方公尺的珊瑚，而有「珊瑚殺手」之稱，棘冠海星的天敵有大法螺、河魨、大型隆頭魚、油彩蠟膜蝦等，棘冠海星的生命力很強，不但可以半年不吃東西不會餓死，就算斷其腕或切成碎片，還是有可能再生成完整的個體。保護珊瑚的方法：以人工的方式移除或是注射醋酸到棘冠海星的身體使其死亡以減少對珊瑚的危害(台灣生命大百科)。
- (2) 白結螺(*Drupella cornus*)常棲息於台灣各地的潮間帶、沿岸礁岩及珊瑚區，以珊瑚的組織為主食，其天敵為紅喉盔魚(*Coris aygula*)。保護珊瑚的方法：以人工的方式去除，減少珊瑚被吃掉的機會(林等人，2009)。

# 珊瑚礁面臨的問題-海洋污染

科學家發現防曬乳會導致珊瑚白化，還有其他化學物質也會傷害海洋生物



科學家們目前還不瞭解防曬乳造成珊瑚白化的機制是什麼，但防曬乳中的兩種成分：二苯甲酮(oxybenzone)和甲氧基肉桂酸辛酯(octinoxate)，會造成珊瑚白化，在美國夏威夷州和帛琉已嚴格禁止使用對珊瑚礁有害成分的防曬乳

26

深入瞭解：

5. 海洋污染：包含陸上污染物流至海洋(除草劑)、河川沈積物累積至海洋中、沿海水域過多的營養鹽排入海洋、商業娛樂客船排放艙底污水、船用燃料漏油、未經處理的污水、固體廢物及船隻的海洋垃圾(廢棄漁網)等都是直接或間接的對珊瑚礁造成威脅與破壞。近年來，科學家發現防曬乳的化學物質會造成珊瑚白化，以4種不同的珊瑚物種進行實驗，在實驗過程中添加不同的濃度的防曬乳，觀察珊瑚是否白化，結果證實在1公升的海水裡加入10  $\mu$ L的防曬乳(濃度極低)，實驗的96小時內，發現所有珊瑚皆完全地白化(Danovaro et al. 2008)，結果說明當珊瑚碰到濃度極低的防曬乳對珊瑚是有傷害的且會造成珊瑚產生白化。

## 台灣珊瑚礁面臨的問題

2020年的夏天，台灣周遭海域海水溫度上升，使得北部的珊瑚與南部的珊瑚礁都發生了大規模的白化現象



深入瞭解：

2020年的夏天，台灣發生史上最大規模的珊瑚白化事件，原因為海水溫度上升，此次珊瑚白化事件估計損失約31-40%的珊瑚，以小琉球海域最為嚴重，預估約有55%的珊瑚白化死亡影響最大，東北角與墾丁次之，預估約30%的珊瑚白化死亡，而此次也是東北角海域第一次發生珊瑚白化事件，澎湖與綠島的白化程度較輕微，預估約20%的珊瑚白化死亡(黃，2021)。



# 珊瑚的復育

目前珊瑚的復育有幾種方式

1. 設置海洋保護區，減少珊瑚被破壞或盜採的機會
2. 進行珊瑚養殖，將長大的珊瑚移植到海裡，使珊瑚礁恢復

要注意！！

- 東北角有設立『鼻頭角至三貂角連線以內之海域資源保護區』限制從事以下行為：



1. 禁止採捕
2. 潛水活動禁止攜帶魚槍射魚及採捕海域生物
3. 禁止動力水域遊憩活動

- 珊瑚農場內正在進行珊瑚的養殖及將珊瑚移植的計畫！

深入瞭解：

1. 目前台灣主要以設立保護區或珊瑚養殖作為珊瑚復育的方式，政府所設立海洋保護區、國家公園都是禁止採捕珊瑚和其他海洋生物，而在我們所在的東北角區域也於105年設置「鼻頭角至三貂角連線以內之海域資源保護區」，此區域禁止採捕、獵魚、動力水域遊憩活動等。
2. 珊瑚農場與新北市政府漁業及漁港事業管理處在新北市海洋資源復育園區正在進行珊瑚的養殖及珊瑚的移植計畫。

# 珊瑚養殖的方式

目前大多都是利用珊瑚無性生殖的特性，將珊瑚分枝後進行養殖

## 平面式養殖法



## 吊掛式養殖法



不論使用平面式或是吊掛式養殖法，珊瑚都會長大，有科學家指出以吊掛式養殖法養殖軸孔珊瑚，珊瑚長得比平面式養殖法快呢！



29

### 深入瞭解：

1. 大部分珊瑚養殖使用的方式為將大的群體珊瑚分成許多小的珊瑚片段進行養殖，小片段的珊瑚會以無性生殖的方式長成一個新的群體珊瑚。
2. 珊瑚養殖的方式可分為平面式與吊掛式
  - (1) 平面式養殖：將小片段的珊瑚固定在石頭或水泥等基質上，放置在支架上進行養殖。一段時間後，珊瑚會長出新的珊瑚蟲(無性生殖)附著在基質上，珊瑚的分枝也會向上生長，形成更多的分枝，長成更大的珊瑚。
  - (2) 吊掛式養殖：使用釣魚線或細繩，將珊瑚綁在線上並固定於支架上進行養殖。一段時間後，珊瑚的分枝會四面八方生長形成更多的分枝，長成更大的珊瑚。有研究指出軸孔珊瑚以吊掛式的方式養殖其成長速率比平面式養殖較快(Kuffner et al. 2017)。

# 珊瑚農場內的珊瑚

珊瑚物種：軸孔珊瑚、萼形柱珊瑚、鹿角珊瑚、五邊角菊珊瑚、  
團塊微孔珊瑚

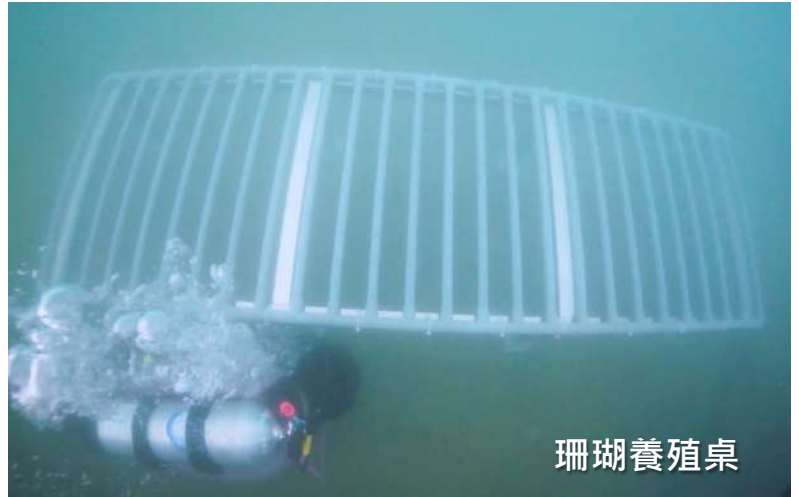
珊瑚來源：來自東北角貢寮鮑的養殖池

珊瑚養殖的地點：園區內貢寮鮑養殖池裡的珊瑚養殖桌

珊瑚基座：將珊瑚固定在上面，讓珊瑚可以附著在上面，生長得更好



30 園區內貢寮鮑養殖池



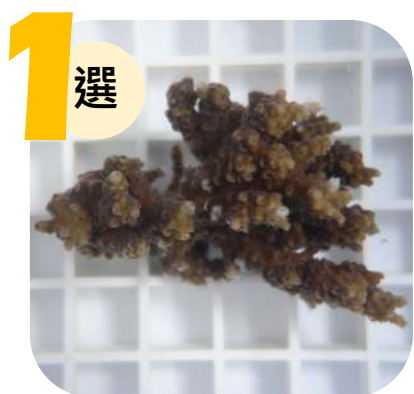
珊瑚養殖桌

深入瞭解：

1. 園區養殖的珊瑚主要來自東北角貢寮鮑的養殖池，貢寮鮑養殖池建造在海岸邊，四周由水泥牆圍起，設有洞口讓海水隨著潮汐進入養殖池，而珊瑚寶寶們也隨著潮汐偷偷進入這些貢寮鮑養殖池內，找到適合生長的地方附著並成長，但這些珊瑚有時候會影響貢寮鮑的養殖及造成採收上的困難，因此養殖戶會將珊瑚移除。藉由新北市政府漁業及漁港事業管理處與貢寮鮑養殖戶說明及洽談，讓珊瑚農場採集貢寮鮑養殖池內的珊瑚並移至園區，才有了珊瑚能進行養殖。
2. 軸孔珊瑚、萼形柱珊瑚、鹿角珊瑚、五邊角菊珊瑚和團塊微孔珊瑚，這些珊瑚物種都是台灣東北角的常見的物種之一。
3. 園區內有一個貢寮鮑的養殖池，但目前並沒有在養殖貢寮鮑，珊瑚農場在池底放置數張珊瑚的養殖桌(特別設計用來養殖珊瑚用的)，也設計與製作專屬的珊瑚基座，讓珊瑚可以固定在基座上，放在珊瑚養殖桌上進行珊瑚的養殖。

# 種植珊瑚5步驟

種植珊瑚5步驟 『選』、『剪』、『放』、『繞』、『拉』



挑選健康的珊瑚



將珊瑚剪成  
約3-5公分的片段

將珊瑚放在  
水泥磚上



用束帶將珊  
瑚繞一圈

拉緊束帶並將多  
餘的束帶剪掉



深入瞭解：

種植珊瑚的5步驟：選、剪、放、繞、拉。

1. 選：在種植前要先挑選健康的珊瑚群體，健康的定義為：珊瑚組織完整沒有受傷、死亡或白化等。
2. 剪：將大的群體珊瑚剪成約3-5公分小片段的珊瑚，片段不能太小，因為珊瑚在養殖的過程中容易死亡，片段也不能太大，這樣會無法固定在珊瑚基座上。
3. 放：將珊瑚放在基座上，珊瑚是立體的所以要調整適當的位置讓珊瑚穩穩的躺在基座上。
4. 繞：使用束帶繞過珊瑚一圈。
5. 拉：拉緊束帶，將珊瑚固定在基座上，此方式不會傷害到珊瑚，等待一段時間後，珊瑚會長出新的組織包覆束帶。

## 養殖珊瑚的方法

珊瑚養殖桌上有許多的孔洞，孔洞的大小剛好可以讓水泥基座上的鐵條穿過，珊瑚會以站立式的方式養殖在九孔池中



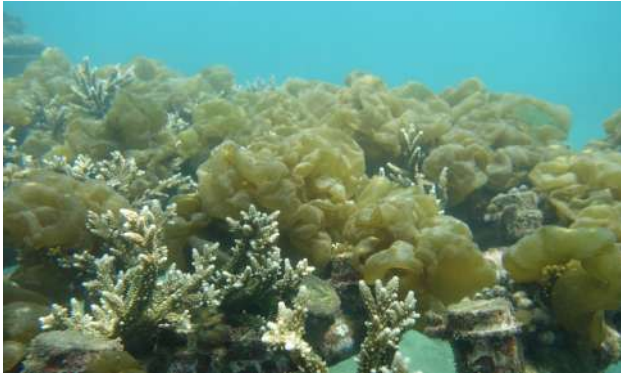
32

深入瞭解：

我們設計用來養殖珊瑚的養殖桌上有許多孔洞，為讓鐵條穿過孔洞，讓珊瑚固定在養殖桌上，使珊瑚直立地進行養殖(平面式養殖)。

## 照顧珊瑚的方式

定期去除長在珊瑚基座與珊瑚養殖桌上的藻類，並觀察珊瑚的生長狀況，確認珊瑚身上有沒有會吃珊瑚的生物



春夏之際，藻類會大量生長



長滿藻類的珊瑚基座



陸地上曝曬移除的藻類



從珊瑚及珊瑚養殖桌上移除下來的白結螺

33

深入瞭解：

1. 貢寮鮑的養殖池為半野外的環境，藻類、海洋動物、垃圾皆會隨著潮汐進入海底池，容易生長藻類、累積泥沙與沈積物及會有珊瑚的掠食者等，都會造成珊瑚生病或死亡，因此觀察及清潔照顧珊瑚非常的重要。
2. 春末夏初為球狀囊藻的生長季節，其生長速度快且藻體大，常常會遮蔽住珊瑚的陽光，影響到珊瑚生長，需要定期以手或刮刀清除球狀囊藻，去除後收集起來帶到岸上曝曬。
3. 在貢寮鮑的養殖池中有白結螺的蹤跡，為了避免珊瑚被吃掉，必須要定期觀察養殖桌、珊瑚基座及珊瑚身上是否有白結螺，看到後用夾子將白結螺去除。

## 照顧珊瑚的方式

海漂垃圾、廢棄漁網及浮石會隨著海浪被帶進九孔池內，每週都要清掃岸邊的垃圾、移除水面上的海漂垃圾及浮石，也要移除卡在珊瑚身上的廢棄漁網



廢棄漁網卡在珊瑚上



移除廢棄漁網



清除漂來的大量浮石



隨著浪衝到岸邊的海漂垃圾



九孔池中海漂垃圾



清除海漂垃圾

34

深入瞭解：

1. 海漂垃圾及廢棄漁網會隨著海浪與海流進入貢寮鮑的養殖池內，廢棄漁網和漁具下沉後會纏繞在珊瑚上，影響生長，而海漂垃圾會被海浪拍打至岸邊造成垃圾堆積，每週都會清掃養殖池沿岸垃圾及用漁網撈除池上的漂浮垃圾並檢查珊瑚是否有被廢棄漁網和漁具纏繞。
2. 海底火山噴發後，會有大量浮石產生，浮石是一種多孔的火山碎屑岩，氣孔的體積占總體積的70%以上，比重較小會隨著洋流漂流到各個海岸。大量的火山浮石飄在到養殖池中會遮蔽珊瑚所需的光線，需要立即用網子清除，浮石也會影響船舶的航運安全，目前海洋委員會也有持續追蹤浮石動態並發布訊息提醒民眾要多注意，避免船舶或漁業等損失。

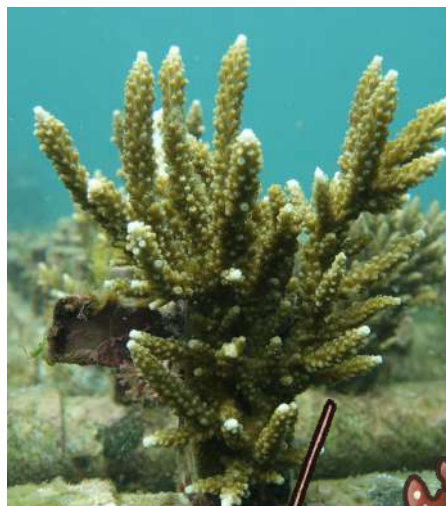
## 珊瑚農場內珊瑚的成長狀況

種植第1個月 2020.09



8個月後

種植第8個月 2021.05



養殖8個月後的軸孔珊瑚長大了，珊瑚會慢慢的附著在水泥基座上，並同時向四周生長，形成更多的分枝。珊瑚頂端白色的地方是珊瑚的生長點，不是白化喔！



35

深入瞭解：

照片為我們109年珊瑚小學堂活動所種下的珊瑚，比比看種植第1個月珊瑚的樣子和第8個月珊瑚的樣子，可以發現珊瑚成長許多！



## 珊瑚農場內珊瑚的成長狀況



養殖0個月的軸孔珊瑚



養殖11個月的軸孔珊瑚



不同物種的珊瑚，成長速度都不太一樣，軸孔珊瑚平均每個月會長高1公分，同物種的珊瑚會因為生活的水溫、光照、水位的高度等因子，使得成長的速度也不太一樣

36

### 深入瞭解：

1. 不同物種的珊瑚其成長速度都不同，根據我們的觀察軸孔珊瑚平均每個月會成長1公分，而生長在同一個區域的珊瑚也會因為位置、光照、水溫及水位高度等關係，使得珊瑚成長速度不一樣。
2. 在珊瑚農場內養殖的珊瑚物種中，發現軸孔珊瑚為成長速度最快的珊瑚。
3. 目前在養殖池中一共養殖約20種珊瑚，約有1,800多顆珊瑚在珊瑚養殖桌上，珊瑚的存活率也高達90%。

## 我們可以做什麼幫助珊瑚呢？

打勾勾約定！！

希望大家上完課後可以一起跟我們一起做到以下的事



1. 在海裡游泳的時候要小心，不要將泥沙覆蓋到珊瑚身上，也不要任意的折斷珊瑚或帶回家
2. 在海裡玩水盡量穿著長袖的衣物進行物理性防曬
3. 去海邊玩不要亂丟垃圾
4. 不要購買珊瑚做成的飾品或禮品
5. 多多學習珊瑚與珊瑚礁生態的相關知識、參與淨灘或其他保護海洋的活動

37

深入瞭解：

保護珊瑚愛護海洋不再是個遙不可及的話題，從生活中的小細節開始，如：資源回收、節能減碳、減少使用塑膠產品、避免使用殺蟲劑或除草劑及多多分享保護海洋知識等。

## 珊瑚小學隨堂小考

Q1: 珊瑚是什麼呢？

動物  植物  石頭

Q2: 珊瑚住在哪裡？

海洋  陸地  河川

Q3: 珊瑚的親戚是誰？

海葵  海星  海膽

Q4: 珊瑚的身體裡面住了誰？

水母  螃蟹  共生藻

Q5: 珊瑚會做什麼呢？

骨頭  吐絲  脫殼

Q6: 珊瑚蟲有什麼構造？

頭腦  腳  觸手

Q7: 珊瑚白化是誰離開珊瑚了？  螃蟹  共生藻  細菌

38

## 珊瑚小學隨堂小考 解答

Q1: 珊瑚是什麼呢？

動物  植物  石頭

Q2: 珊瑚住在哪裡？

海洋  陸地  河川

Q3: 珊瑚的親戚是誰？

海葵  海星  海膽

Q4: 珊瑚的身體裡面住了誰？

水母  螃蟹  共生藻

Q5: 珊瑚會做什麼呢？

骨頭  吐絲  脫殼

Q6: 珊瑚蟲有什麼構造？

頭腦  腳  觸手

Q7: 珊瑚白化是誰離開珊瑚了？  螃蟹  共生藻  細菌

38

## 內文參考資料來源

1. 戴昌鳳, 鄭有容。台灣珊瑚全圖鑑 (上) : 石珊瑚 Corals of Taiwan Vol.1: Scleractinia Fauna. 2020年 貓頭鷹出版社
2. Green DW, Ben-Nissan B, Yoon KS, Milthorpe B, Jung HS. Natural and Synthetic Coral Biomineralization for Human Bone Revitalization. *Trends Biotechnol.* 2017 Jan;35(1):43-54.
3. Banin E, Israely T, Kushmaro A, Loya Y, Orr E, Rosenberg E. Penetration of the coral-bleaching bacterium *Vibrio shiloi* into *Oculina patagonica*. *Appl Environ Microbiol.* 2000;66(7):3031-3036.
4. D'Angelo C, Wiedenmann J. Impacts of nutrient enrichment on coral reefs: new perspectives and implications for coastal management and reef survival. *Curr Opin Environ Sustain.* 2014;7:82-93.
5. Moore, F, Best B. Coral Reef Crisis: Causes and Consequences. In: Papers Presented at a Symposium held at the 2001 Annual Meeting of the American Association for the Advancement of Science. 2001.
6. Burke L, Reytar K, Spalding M, Perry A. Reefs at risk revisited. World Resources Institute. 2011.
7. Fenical W. Marine Biodiversity and the Medicine Cabinet The Status of New Drugs from Marine Organisms. *Oceanography.* 1996;9(1):23-27.
8. Danovaro R, Bongiorno L, Corinaldesi C, Giovannelli D, Damiani E, Astolfi P, Greci L, Antonio P. Sunscreens Cause Coral Bleaching by Promoting Viral Infections. *Environmental Health Perspectives.* 2008;116:441-447.
9. 林翌涵、謝恆毅、蔡萬生。珊瑚的隱形殺手：結螺。行政院農業委員會水產試驗所電子報，2009年11月第43期
10. 台灣生命大百科。 <https://taieol.tw/pages/140263>
11. 黃思敏。環境資訊中心，2021。 <https://e-info.org.tw/node/229014>
12. Kuffner LB, Bartels E, Stathakopoulos A, Enochs IC, Kolodziej G, Toth LT, Manzello DP. Plasticity in skeletal characteristics of nursery-raised staghorn coral, *Acropora cervicornis*. *Coral Reefs.* 2017;36:679-684.

珊瑚小學堂-認識珊瑚與種植珊瑚 112年 種子教師版

編輯 識名信也

(國立臺灣海洋大學 海洋環境與生態研究所)

圖/文設計 邱韻陵 鄭尹筑 曲昱玲 (國立臺灣海洋大學)

插圖設計 曲昱玲

發行機關：新北市政府漁業及漁港事業管理處

執行機關：國立臺灣海洋大學

珊瑚農場 Coral Farming Lab\_Taiwan

補助機關：海洋委員會海洋保育署



# 珊瑚小學堂

認識珊瑚 與 種植珊瑚  
種子教師版

