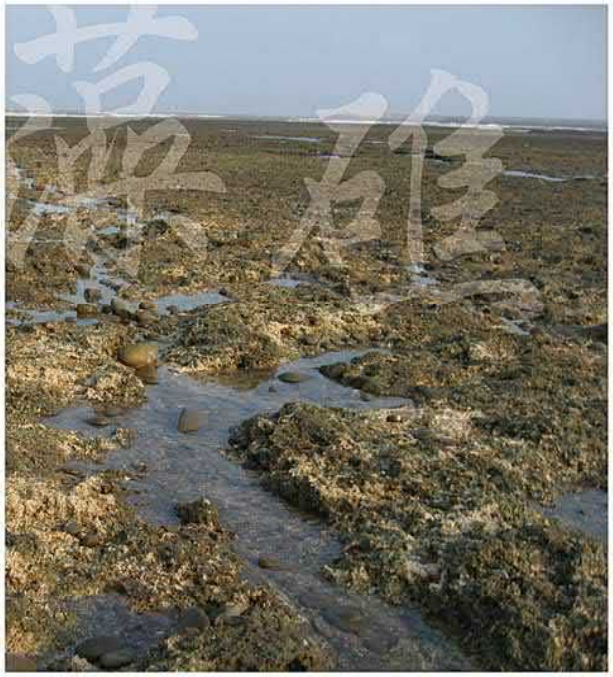


對大多數人來說，「藻礁」可能是個非常陌生的名詞。

如果詢問「台灣哪裡有藻礁？」，絕大多數人的回答恐怕是一臉狐疑的樣子，

更不要說看過藻礁和瞭解藻礁了。

由於不瞭解，多數人都不知道藻礁的生態價值和生態之美，

也不會去珍惜和保護它；於是，在海岸開發的過程中，

它總是被忽視、被犧牲；於是，藻礁成了即將自台灣海岸消失的生態系。

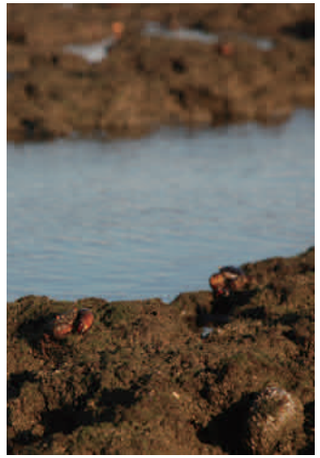
台灣中油股份有限公司
CPC Corporation, Taiwan

桃園觀音 藻礁 生態解說手冊

桃園觀音 藻礁 生態解說手冊

台灣中油股份有限公司 液化天然氣工程處

桃園觀音藻礁生態解說手冊



目錄

序言 . . . 2

1 認識藻礁 . . . 4

1.1 生物礁.....8
1.2 鈣質藻.....12
1.3 珊瑚藻.....13
1.4 藻類如何造礁?.....16
1.5 藻礁生態特性.....19

2 藻礁地質 . . . 20

2.1 桃園海岸的藻礁.....21
2.2 如何研究藻礁地質?.....22
2.3 藻礁的沉積與形成過程.....23
2.4 藻礁與古海洋.....25
2.5 新的地層單位－『潮音石灰岩』.....28
2.6 台灣藻礁的分布.....34

3 藻礁生物 . . . 38

3.1 海藻.....40
3.2 無脊椎動物.....44
3.3 魚類.....74

4 藻礁保育 . . . 86

4.1 觀音藻礁現況.....87
4.2 藻礁的變遷.....88
4.3 藻礁面臨的威脅.....88
4.4 藻礁保育對策.....92

結語 . . . 94

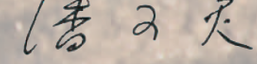
序言

有名的比契克博士曾說過「學習不是始於知識，而是始於心之建立。」

從本公司海管工程開工以來面臨影響藻礁生態的議題，屢受相關環保團體、學者專家、媒體甚至當地居民質疑破壞藻礁生長環境，也因此即使通過了環評，本公司還是依環評法第十八條提出因應對策，也承諾辦理後續長期之調查，故敦請台大海研所戴昌鳳教授、育達學院張睿昇助理教授、科博館王士偉博士組成團隊進行藻礁生態、藻類及海岸地質的調查研究工作，同時秉持回饋地方的原則，進行保生村海岸搶修工程。在為期一年的調查中，本人也透過多次的會議及每季一次的成果發表會瞭解到藻礁的價值及其獨特的珍貴性，尤其是桃園的藻礁已經存活數千年之久，還有許多未鑑定的等著我們去探索，所以觀音這一片藻礁可說是在許多開發案後所殘存下來的，目前是全台面積最大的，在生態系上扮演相當重要的角色。

中油公司一向本著企業環保精神除成立永續經營小組積極推動綠化植樹、温室氣體盤查、節能減碳等各項環保工作，但體認到略盡棉薄之力總有未逮之處，也期待各界能一起加入藻礁保育的工作，使後代子孫能繼續擁有這一片美好的藻礁。這本手冊不光是一年的成果彙整，而是整個研究團隊歷時好幾年的心血呈現，感謝編輯群不辭辛苦，多方蒐集、拍照，更將調查成果呈現在解說手冊內，用心將『美麗的藻礁』編輯成冊出版，也讓我們有機會為藻礁保育盡一份心力。

未來希望能透過不同的教育方式來達到藻礁保育的目的，像是成立藻礁解說館，也可以請學者專家持續研究調查，這些或許都很基本，但是，我們的「心」已在這些過程中得到激勵鼓舞，也學會喜愛、欣賞、享受、尊重大自然中的一切，這是在認識『藻礁』之後最大的收獲。

台灣中油股份有限公司　董事長 

九十八年元月

1 認識藻礁

1.1 生物礁
1.2 鈣質藻
1.3 珊瑚藻
1.4 藻類如何造礁？
1.5 藻礁生態特性

桃園觀音藻礁

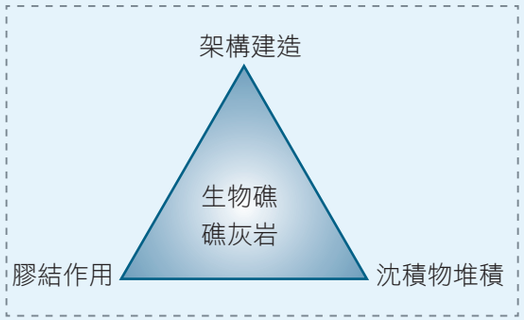
認識藻礁

對大多數人來說，「藻礁」可能是個非常陌生的名詞。如果詢問「台灣哪裡有藻礁？」，絕大多數人的回答恐怕是一臉狐疑的樣子，更不要說看過藻礁和瞭解藻礁了。由於不瞭解，多數人都不知道藻礁的生態價值和生態之美，也不會去珍惜和保護它；於是，在海岸開發的過程中，它總是被忽視、被犧牲；於是，藻礁成了即將自台灣海岸消失的生態系。然而，「亡羊補牢，猶未晚也」，我們現在重新來認識藻礁，開始來保護它，也許還有挽救它的機會。

簡單來說，藻礁就是由藻類建造的礁體，它和「珊瑚礁」一樣都是生物礁的一種型式。而所謂的生物礁（biotic reefs）就是由生物所形成的地形構造，它主要是由會分泌鈣質或矽質骨骼的生物，經過漫長時間的堆積而逐漸形成的。生物礁的形成其實是相當複雜的過程，它大致上包括三部份作用：造礁

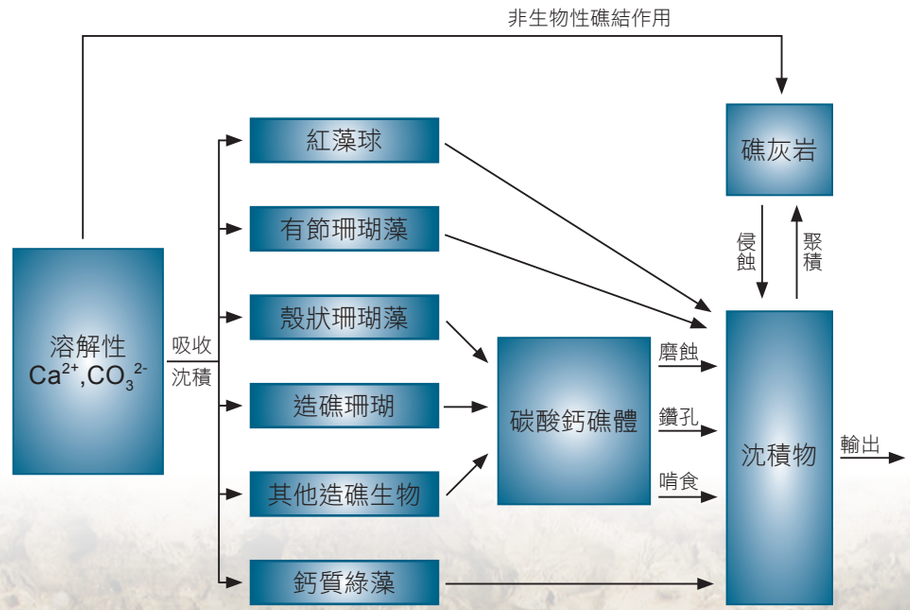
生物的原地生長形成基本架構、生物鈣質沉積物的堆積與充填，以及表覆生物的粘結和礦物的膠結成岩等作用；由於生物礁通常是以碳酸鈣為主要組成，因此，地層中的生物礁通常被稱為礁灰岩。

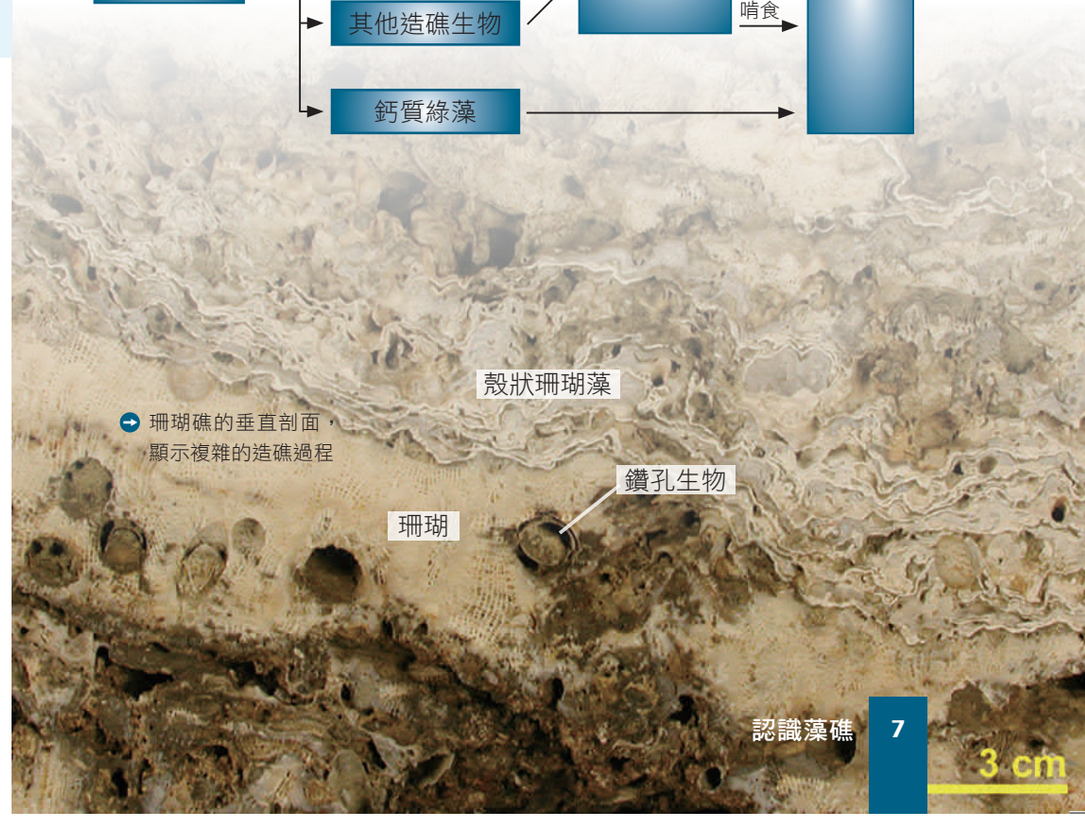
生物礁的組成



在適合的環境中，造礁生物不斷堆積鈣質骨骼，逐漸累積形成巨大的礁體，在淺海具有抗拒波浪的功能；礁體的立體空間則提供許多生物做為棲息與覓食地，生物礁因而成為海洋中生物多樣性很高的生態系。許多鑽孔生物會在礁體上鑽洞居住或攝食，還有一些生物會啃食鈣質骨骼，加上海浪和風暴所造成的物理破壞，都會產生許多鈣質沈積物。這些沈積物除了充填在礁體的孔隙中之外，也輸出到鄰近環境中，形成美麗的珊瑚沙灘或貝殼沙灘；根據專家學者的估計，新生代珊瑚礁中大部份（60~80%以上) 的沈積物來自礁體生物的骨骼；因此，生物礁可說是一個效率很高的碳酸鈣製造工廠，也是環境中最重要的碳酸鈣來源。

生物礁形成的流程圖





1.1 生物礁

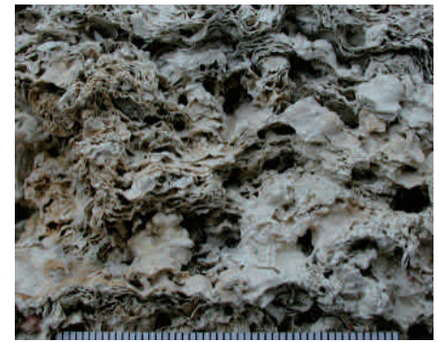
生物礁的發育，必須是建設作用大於破壞作用的結果，也就是生物的造礁和膠結作用大於侵蝕作用的結果，因此，絕大部分的礁體都是經過漫長時間才形成的，往往需要千年以上，甚至數萬年至數百萬年的時間。

前寒武紀疊層石的垂直剖面，顯示層層疊疊的紋層結構

地球上最古老的生物礁是在大約34.6億年前由藍綠菌所形成的疊層石，它不但代表最早的生物造礁作用，也是地球上最早出現的光合自營生物，它們行光合作用時釋放出的氧氣，也讓地球大氣層的氧氣逐漸增加。然而，其後有很長一段時間，都沒有生物礁形成；直到距今約五億三千萬年前的寒武紀早期，才開始出現由古杯類（archaeocyaths）與鈣質藍綠菌形成的生物礁。其後，在各個地質時代，主要的造礁生物種類與組成也有所不同；除了藍綠菌和古杯類之外，海綿、有孔蟲、珊瑚、苔蘚蟲、牡蠣、蛇螺、龍介蟲及殼狀珊瑚藻等，都曾經有造礁的紀錄。至於生物礁的名稱則是依據主要造礁生物種類而命名：例如以珊瑚為主所建造的礁體就稱為珊瑚礁，而以珊瑚藻為主所建造的礁體則稱為藻礁。事實上，在珊瑚礁中可能有許多鈣化藻類，而在藻礁中也常常可以發現一些珊瑚，主要的差異只是比例不同而已。

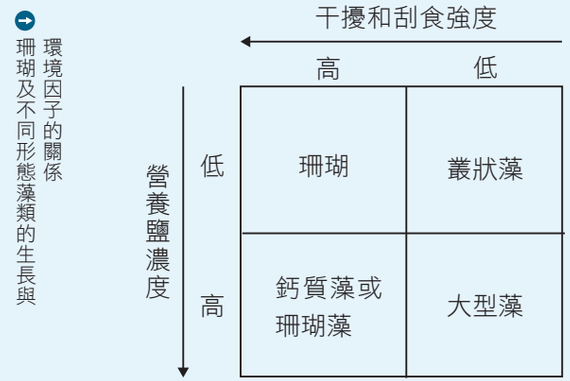
藻礁中偶而可以發現石珊瑚一起生長

新生代的主要造礁生物，包括石珊瑚、殼狀珊瑚藻和大型有孔蟲等三大類生物。由於石珊瑚可以快速堆積碳酸鈣骨骼，建造立體的架構，在空間競爭上占有優勢，因而成為新生代最主要的造礁生物，新生代的生物礁也大多是珊瑚礁；事實上，即使在造礁活動很旺盛的珊瑚礁上，也可以發現許多珊瑚藻，這些平鋪在礁石表面生長的殼狀珊瑚藻，不但提供大量生物碎屑填充在珊瑚礁孔隙中，也可穩定海底底質、強化礁體、甚至形成顯著的礁體架構；至於大型有孔蟲則是提供大量的鈣質殼體碎屑，充填在礁體空隙中。但是在一些不利於造礁珊瑚生長的環境中，例如：海水濁度稍高、水溫較低或波浪較強的環境，珊瑚藻類就可能取代珊瑚而成為主要的造礁生物；在這種情況下，以珊瑚藻為主體所建造的生物礁，就稱為藻礁。



藻礁的垂直剖面近照，顯示成層的結構

環境因子的關係珊瑚及不同形態藻類的生長與



由於珊瑚藻比造礁珊瑚更能忍受海流或波浪的衝擊，因此在比較嚴苛的環境中，通常只有藻礁形成；例如在太平洋中部海域與加勒比海各小島的向風面海岸，常可發現厚度超過一公尺的藻脊（algal ridge）；另外，有些殼狀珊瑚藻可以耐受低溫或高鹽度的環境，因此在挪威鄰近極區的淺海中有大規模的現生藻礁發育，在地中海突尼西亞的高鹽度潟湖之中，也有長達30餘公里的藻礁。

台灣地區的生物礁主要為珊瑚礁，分布在南、東、北部和各離島沿岸海域；相對而言，藻礁的分布就比較有限，只在桃園縣大園鄉至觀音鄉、台北縣三芝鄉及屏東縣恆春半島東岸的部分地區出現。

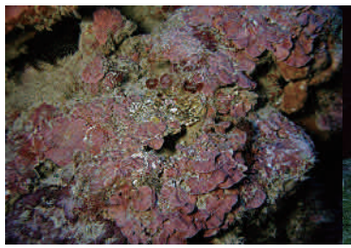
桃園縣大園鄉至觀音鄉海岸的藻礁，可說是台灣地區面積最大、發育最完整的藻礁。由於藻礁和珊瑚礁的外貌相似，早期學者都把它當作是珊瑚礁，例如：著名地質學者林朝棨教授在1967年出版的「台灣地質」一書中就指出：「桃園縣崁頭厝、觀音一帶海岸，低潮線附近，在低潮時露出寬150公尺以下的珊瑚礁的礁原面。本珊瑚礁厚在一公尺以下，礁中含少量的礫石和貝殼。本礁的下伏層為礫石層，似為本珊瑚礁的底礫層。 … 本珊瑚礁為舊期珊瑚礁，珊瑚已全部死滅」。一直到1998年，我們在進行觀音海岸生物調查時，才注意到此區礁體的主要建造者是殼狀珊瑚藻，應該稱它為藻礁，而非珊瑚礁。 這片藻礁大部分已停止生長，僅少部分位於低潮線和潮溝的藻礁仍有生長的跡象。整體而言，珊瑚藻的生長狀況不良，礁體呈現逐漸侵蝕的狀態。同時，在藻礁區我們也發現一些造礁石珊瑚的骨骼，顯示過去曾經有造礁珊瑚在此海域生長。

桃園觀音海岸的藻礁

藻礁與珊瑚礁分布地圖

1.2 鈣質藻

藻礁是由珊瑚藻（coralline algae）為主體所建造的礁體。珊瑚藻屬於紅藻門，由於它們具有堆積碳酸鈣的能力，使得藻體的結構含有鈣質成分，而且逐漸堆疊形成的礁體，外表堅硬如同珊瑚礁一般，因而得名；早期也被稱為「植物性珊瑚」，以與動物性的石珊瑚區分。事實上，還有許多藻類會堆積碳酸鈣，這些含有鈣質的藻類（calcareous algae），也可以稱為鈣質藻，這些鈣質藻是經由生理代謝作用和生化反應過程，把碳酸鈣沈積於藻體內而形成，如仙掌藻等、白果胞藻等。



殼狀珊瑚藻

屬於鈣質綠藻的仙掌藻

白果胞藻是一種鈣質紅藻，但不屬於珊瑚藻

全世界的鈣質藻類約有700種，其中以紅藻的種類最多，約有600種，分布範圍從寒帶至熱帶；相對而言，鈣質綠藻和褐藻的分布範圍則較狹窄，侷限於亞熱帶至熱帶海域。

全球鈣質藻類的種數和比例

類別	種數	鈣質藻種類數	鈣質藻比例
綠藻	900	90	10%
褐藻	1500	2	0.1%
紅藻	4000	590	15%
合計	7900	682	8%

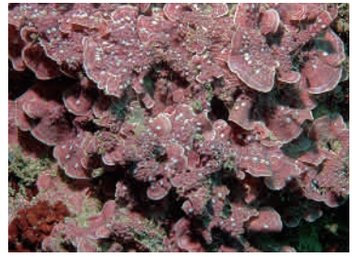
1.3 珊瑚藻

珊瑚藻的藻體大多具有鈣化的細胞壁，生長於岩石、動植物體表或其他堅硬的基質上。 珊瑚藻的種類超過一百種，它們的分類非常複雜，往往需要依據幾個重要的特徵來做綜合判斷。珊瑚藻依外觀可分為兩大類，一為有節珊瑚藻（articulated corallines），另一為無節珊瑚藻（non-articulated corallines），也被稱為殼狀珊瑚藻（crustose coralline algae）。

有節珊瑚藻具有分節現象，因此常呈分枝狀，藻體由許多鈣化的節片組成，每一節片由非鈣化的關節連結。節片的組成包括鈣化的皮層組織（cortical tissue）和非鈣化的髓層組織（medullary tissue），這些組織的排列使藻體具有彈性。

小珊瑚藻是一種有節珊瑚藻

無節珊瑚藻不具有分節現象，呈表覆型薄片狀或厚殼狀，有的種類表面突起具有瘤狀結構，往往覆蓋在可附著的基質上，如岩石、珊瑚骨骼及海藻葉片等，尤其在珊瑚礁海域，無節珊瑚藻體往往扮演膠結珊瑚骨骼，並把它堆積成珊瑚礁的重要生物。無節珊瑚藻最基本的單位是藻絲體，它是由細胞連接而成，相連的細胞可以細胞癒合方式或初生紋孔連結（primary pit plug）的方式連結。藻體由藻絲體聚結，形成似薄壁組織的葉狀體。現生的



殼狀珊瑚藻

殼狀珊瑚藻廣泛分布於赤道至極區的海域，少部份種屬可生長於半鹹水環境，深度上的分布則自潮間帶至268公尺深的海底；在造礁石珊瑚類生長不佳的潮間帶和深水域（約50公尺以深），無節珊瑚藻往往成為主要的造礁生物。

雖然珊瑚藻從外觀上可分成有節與無節兩大類，但是近年來的解剖學、分子生物資料與親源關係研究都顯示，有節與無節並非區分珊瑚藻種類的主要特徵。目前是以孢子囊的生長形式與四分孢子的分裂方式做為科的分類依據。

珊瑚藻目各科的分類特徵比較

	珊瑚藻科	孢石藻科	哈帕石藻科
孢子囊存在生殖窩中	V		V
形成孢子囊群		V	
生殖窩單一開口	V		
生殖窩多孔			V
四分胞子的分裂方式	帶狀分裂	十字狀分裂	帶狀分裂

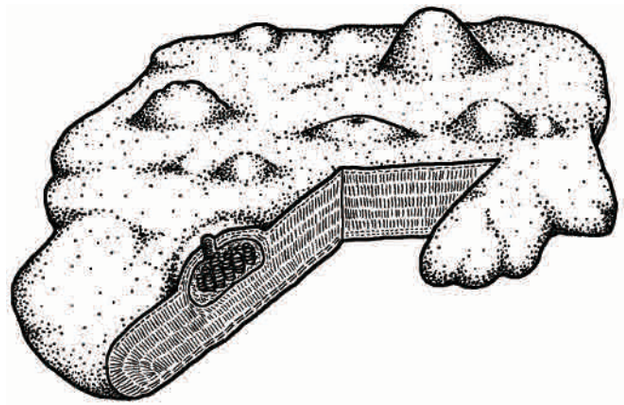
構成藻礁的大都屬於紅藻的珊瑚藻科（Corallinaceae），目前已知有421種，其下可分為五個亞科：叉節藻亞科（Amphiroideae）、有節珊瑚藻亞科（Corallinoideae）、石葉藻亞科（Lithophylloideae）、寬珊藻亞科（Mastophoroideae）、突鞘角石藻科（Metagoniolithoideae）。

珊瑚藻科中各亞科分類特徵的差異

	叉節藻亞科	有節珊瑚藻亞科	石葉藻亞科	寬珊藻亞科	突鞘角石藻亞科
有節	V	V			V
無節			V	V	
細胞癒合				V	

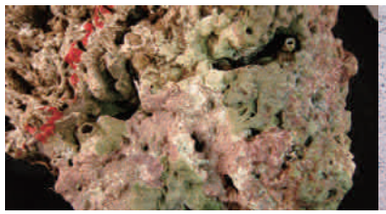
生活在潮間帶下段附近的現生珊瑚藻—石葉藻（粉紅色斑塊）

生長在觀音海岸的珊瑚藻，它的孢子囊生殖窩只有單一開孔，相鄰藻絲體細胞缺乏癒合情形，因此屬於石葉藻亞科（subfamily Lithophylloideae）。根據藻類資料庫（Algaebase），石葉藻亞科有5屬：*Lithophyllum*（石葉藻），*Titanoderma*（鈦皮藻），*Ezo*, *Paulsilvella*, *Tenarea*，其中以石葉藻的種類數最多，至少有102種以上。台灣目前有紀錄的兩個屬是*Lithophyllum*及*Titanoderma*。其中，*Titanoderma*的基底絲呈現明顯的柵狀組織排列， *Lithophyllum*則無此一特徵。觀音海岸的珊瑚藻屬於石葉藻屬的一種（*Lithohyllum* sp.），確切的種名尚待進一步研究以確認。它的藻體形態與組織結構描述如下：

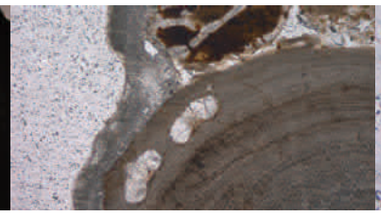


殼狀珊瑚藻的藻體結構

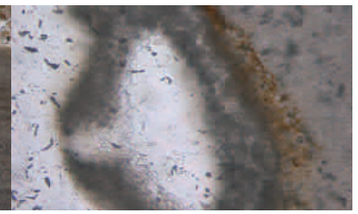
藻體表覆形、無分節，具有腹背之分，大多緊密附著於死亡的藻礁表面。藻體一般為粉紅色至暗紅色，死亡後呈白色。藻體表面稍有隆起，隆起頂端具有開孔。現生的珊瑚藻藻體大約僅有0.8~1 mm厚，藻體為雙組織構造，具有一層非柵狀的基底絲。現生藻體可見到明顯的初生紋孔連結，偶而可在成串藻絲細胞之間發現次生紋孔連結，但無細胞癒合的現象。生殖窩為單一開孔，呈橢圓形，成環狀聚集排列。生殖窩長約175 μm，徑高約75 μm，開孔的孔徑則約為25 x 50 μm（寬 x 高）。



石葉藻的表面緊依附在藻礁表面，可見到表面開孔



珊瑚藻的生殖窩成環狀排列，位於藻礁突起的部位



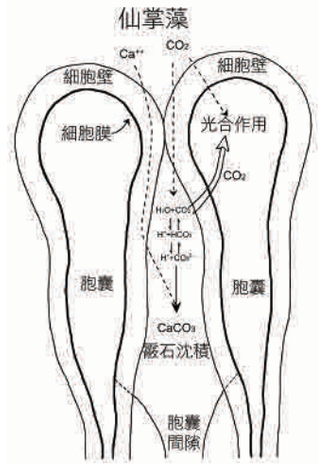
觀音藻礁的珊瑚藻具有單孔生殖窩

1.4 藻類如何造礁?

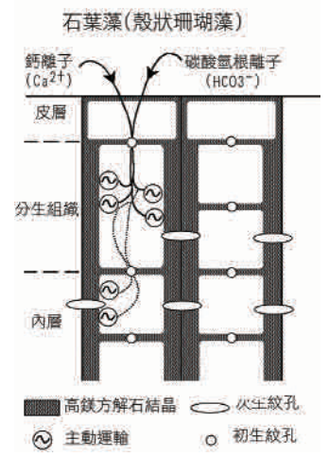
藻類造礁的基本過程就是鈣化，也就是使碳酸根離子（CO_3^{2-}）和鈣離子（Ca^{2+}）結合為碳酸鈣，並且經由沈澱和堆積，形成堅硬構造的過程。其中，紅藻與綠藻的鈣化機制略有不同。仙掌藻（綠藻）的鈣化作用發生在藻體的囊胞構造；囊胞是細胞之間的空隙，由相鄰細胞壁相互連接形成，可避免海水進入。海水中的鈣離子（Ca^{2+}）與碳酸氫根離子（HCO_3^-）透過擴散作用或藉由藻體細胞主動吸收後進入此一空間。當光合作用進行時，空隙中的二氧化碳（CO_2）會被吸收，同時提高空隙中的pH值及碳酸根離子（CO_3^{2-}）的濃度，導致碳酸根離子與鈣離子結合，而形成霰石（aragonite）型式的碳酸鈣結晶。

珊瑚藻的鈣化則通常發生在細胞壁上，以石葉藻（*Lithophyllum*）為例，它的藻體除了初生紋孔連結位於細胞壁之外，整個細胞幾乎都被鈣化的組織包圍。一般而言，霰石仍是碳酸鈣沈澱結晶的主要形式，但是在珊瑚藻中有些會以含鎂比例較高的方解石（calcite）型式沉積，屬於特化的細胞壁成分。珊瑚藻的鈣化作用也與光合作用有關，光合作用愈活躍，初生組織的鈣化作用也愈旺盛。珊瑚藻的鈣化機制可分成兩種，一是細胞中的碳酸氫根離子（HCO_3^-）被藻體吸收後，轉換成碳酸根離子（CO_3^{2-}），碳酸根離子再釋放至細胞外與鈣離子結合，產生碳酸鈣。另一機制是細胞中的氫離子（H^+）流出細胞外，與水中的碳酸氫根離子反應，產生二氧化碳（CO_2），二氧化碳再藉由擴散作用進入細胞中進行光合作用反應，此時細胞中的氫氧根離子（OH^-），會使細胞間環境中的pH值增加，碳酸根離子（CO_3^{2-}）濃度隨即增加，進而有利於碳酸鈣的沈澱結晶。不論是第一種機制或是第二種機制，碳酸氫根離子（HCO_3^-）被藻體吸收，pH值上升，都是碳酸根離子（CO_3^{2-}）濃度增加的關鍵。

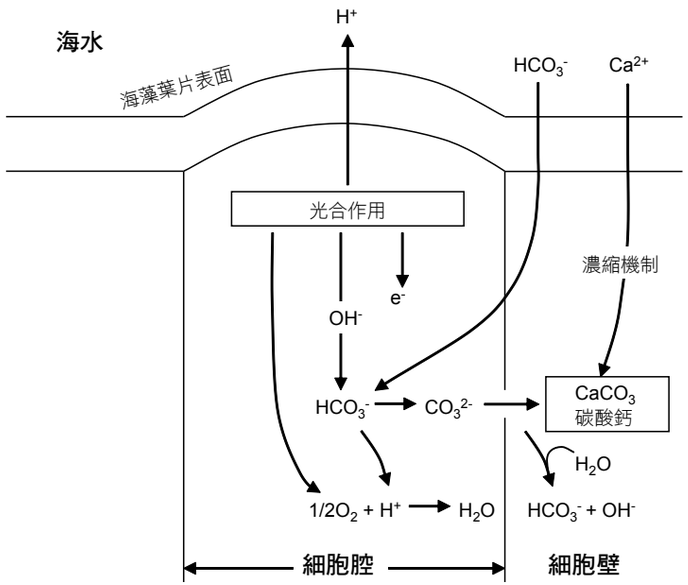
仙掌藻的鈣化機制



石葉藻的鈣化機制



藻礁主要是由無節珊瑚藻建造的礁體。無節珊瑚藻屬於紅藻類，主要特徵是藻體不分節，外型為殼狀、瘤狀、葉狀、短枝或細枝狀，顏色為粉紅至紫紅色。這些藻類在表皮細胞以下的藻體有鈣化現象，使得整個植物體變得堅硬，不斷堆疊生長，就可形成礁體。在造礁功能方面，無節珊瑚藻除了直接造礁、形成礁體架構之外，也提供大量生物碎屑填充礁體，幫助穩定海底底質及強化礁體。有節珊瑚藻、仙掌藻及其他鈣質藻類則主要扮演鈣質碎屑或沈積物供應者的角色，填充在礁體縫隙中或堆積在礁體低窪處，再經由無節珊瑚藻或其他生物的膠結作用而形成礁體。



光合作用會促進鈣化作用進行

分布在潮間帶的藻礁具有保護海岸的功能

1.5 藻礁生態特性

藻礁邊緣灘地密佈的鳥腳印代表此區豐富的食物

藻礁是以殼狀珊瑚藻為主、其他鈣化及膠結生物為輔，所建造的生物礁；它的形態、結構和生態特性都近似於珊瑚礁，這些生態特徵包括：生產力很高、生物量豐富，以及生物多樣性很高。藻礁也和珊瑚礁相同，具有許多孔隙和立體空間，可以提供許多海洋生物棲息、覓食和育幼的場所，因此也是海洋中的關鍵棲地。藻礁通常出現在不適合珊瑚礁發育的邊界環境中，它的生態功能雖然比珊瑚礁略為遜色，但仍然是海洋中擁有高生產力和高生物多樣性的重要生態系。

藻礁巨大的石灰岩礁體，分布在海岸前緣，能抵抗波浪的衝擊，具有保護海岸及陸地，防止海岸侵蝕及海水倒灌等功能。而且藻礁多孔隙的特性，可讓不同種類的底棲生物棲息，而在藻礁四周的水域，也是海洋生物生息繁衍的重要棲地。

一般岩礁環境提供底棲生物附著的基質，通常會出現豐富的附生藻類群聚，包括固著於基質上的大型藻類與微細藻，這些基礎生產者的光合作用旺盛，基礎生產力很高，除了提供初級消費者的食物來源之外，它們在海域生態系中也具有促進營養鹽再生、固定基質及提供生物棲息場所等作用。因此，在藻礁生態系中經常可發現許多底棲動物，包括海綿、腔腸動物、甲殼動物、軟體動物、棘皮動物等異營性生物。這些小型生物又會吸引大型動物來此覓食，涉水鳥類就常出現在藻礁潮間帶，留下覓食的痕跡。

2 藻礁地質

2.1 桃園海岸的藻礁
2.2 如何研究藻礁地質?
2.3 藻礁的沉積與形成過程
2.4 藻礁與古海洋
2.5 新的地層單位－『潮音石灰岩』
2.6 台灣藻礁的分布

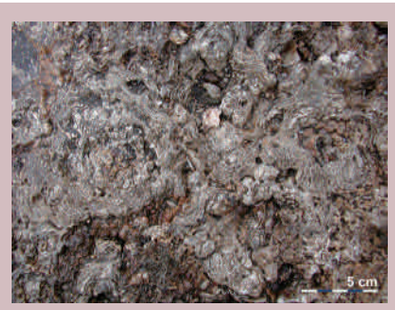
桃園縣觀音鄉小飯壢溪出海口海岸，在退潮期間出露寬廣的藻礁

新屋鄉永安漁港以北所見具有脊槽地貌的藻礁

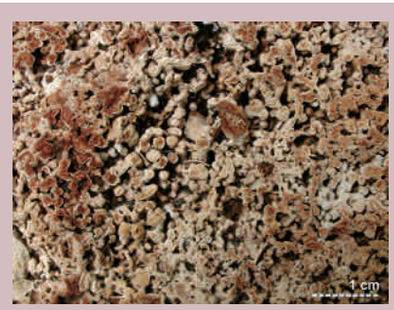
2.1 桃園海岸的藻礁

桃園海岸潮間帶的生物礁發育寬廣，表面所見礁體的主要生物組成為殼狀珊瑚藻，因此通常就被稱藻礁；由於藻礁分布在潮間帶，經常受到波浪的侵蝕和切割，因而礁體外觀上，大多具有槽溝和浪渠的地形，與珊瑚裙礁的典型地貌非常相似。

在地理位置上，桃園藻礁分布在『古石門沖積扇』的向海側邊緣，在幾條主要河川出海河道、海岸沙丘的下方，以及靠近海岸的漁塭開挖面都可看到藻礁，顯示在數千年前，桃園海岸環境普遍適合藻礁發育，因此藻礁的分布很廣。



大園鄉埔心溪與樹林溪口間生物礁表面所見，外觀像花椰菜的殼狀珊瑚藻（比例尺全長5 cm）



觀音鄉樹林溪口附近出露礁灰岩，礁體表面所見細枝狀的殼狀珊瑚藻。（比例尺全長1 cm）

2.2 如何研究藻礁地質?

藻礁的形成是一漫長的過程，因此要判斷礁體究竟是藻礁或珊瑚礁，不能單看礁體表面結構或主要生物組成來判斷，必須從整個礁體的垂直剖面來研判；野外實地觀察與採樣工作，就成為生物礁地質調查的基本要求。同時，廣泛蒐集調查區域的地形、地層、化石、地體構造與古海洋環境變遷等相關資訊，對於釐清藻礁的相關地質問題會有很大助益。

根據對桃園海岸的實地調查結果，絕大部分生物礁的出露都很有限，雖然調查區內曾有工程開挖，但獲得的資訊僅限於局部，難以窺得礁體發育過程的全貌；因此，有必要進行全區礁體鑽探的採樣工作。在考量地質採樣對當地生態與地形的衝擊之後，選擇破壞性最小的方式進行地質鑽探採樣。為了獲得具有代表性的岩樣標本，總計在全區標定23處鑽探地點（包括淺鑽20口與深鑽3口）。淺鑽的取樣深度是要鑽穿礁灰岩到達生物礁的基底，深鑽則是持續再向下鑽探，直至鑽穿礫岩基底，到達更新世的頭嵙山層砂岩。23口鑽探孔之中，有17處標定在高潮線附近，於北、中、南區各挑選一口井進行深鑽取樣；另6處淺鑽孔則是分別位於深鑽孔位地點，在垂直海岸方向的潮間帶中段與下段位置；這樣的安排，除了可了解礁體由北至南的發育狀態，也可比較同一地點、不同潮位生物礁的發育情況；藉由這些鑽探調查了解桃園海岸生物礁的發育過程。在進行地質鑽探取樣之前，必須先獲得地方政府及相關單位同意，才能開始採樣工作。

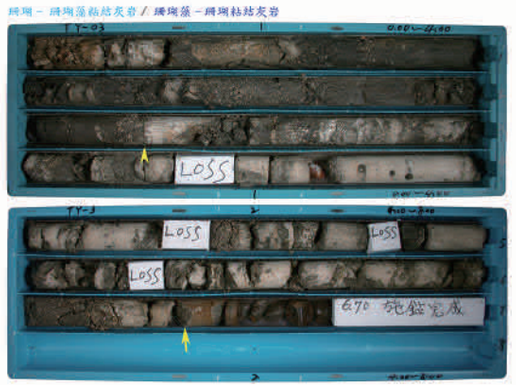
整個鑽探過程備極艱辛，前後歷經41天，鑽得完整岩心26口，岩心標本總長214公尺，依據地點和深度分置於67個岩心箱保存。

為了進行岩心間的相互比對，於各井位的鑽探取樣完成後，首先必須進行各鑽探孔位的精密定位與正高（即相對於基隆平均海水面高度）測量，以便校正各岩心的位置。其次要做的就是定年，礁的年代測定方法有很多，依標本化學組成、所含放射性元素種類，以及標本的可能地質時代而有不同選擇；一般而言，對全新世（指1.18萬年前至今）珊瑚的年代測定，大多採用碳十四放射性定年法。對桃園海岸生物礁的定年，由於鑽探取得的珊瑚標本相當有限，並且希望得知該標本點的確切年代，因此選擇採用加速器質譜儀碳十四放射性定年分析法。

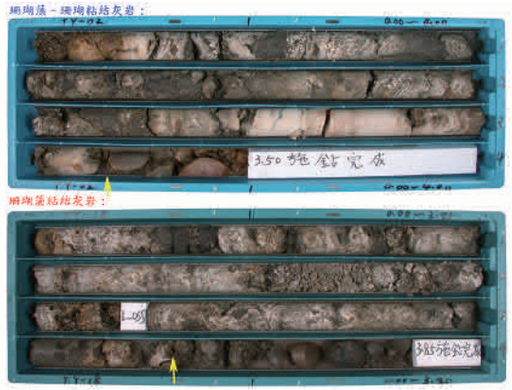
2.3 藻礁的沉積與形成過程

沈積岩相反映沉積物特性、生物活動及沉積機制等三者間的關係，是分析古沉積環境的重要依據；分析結果顯示，大園及觀音海岸的石灰岩都是多孔隙的礁灰岩，都含有不等量的生物殼體與陸源矽質碎屑。依據主要造礁生物的組成，可將本地區的礁灰岩區分為『珊瑚藻－珊瑚粘結灰

岩』、『珊瑚－珊瑚藻粘結灰岩』，以及『珊瑚藻粘結灰岩』等三種岩相。大部分礁體的初期是以石珊瑚為主所形成的『珊瑚礁』，珊瑚藻只在礁體後期才逐漸成為優勢；由『珊瑚藻粘結灰岩相』所構成的『藻礁』，則主要分布在小飯壢溪口附近以南。



大園鄉海尾TY-03鑽井岩心，總厚度6.36m的礁灰岩由下部『珊瑚藻－珊瑚粘結灰岩』與上部『珊瑚－珊瑚藻粘結灰岩』所組成，岩相改變處以短箭頭標示；長箭頭所指為礁灰岩與基底礫岩接觸。（照片左側為地層上方；每段岩心長度1m）



TY-02與TY-18鑽井岩心中之礁灰岩均由單一岩相所組成，長箭頭指示礁灰岩基底。

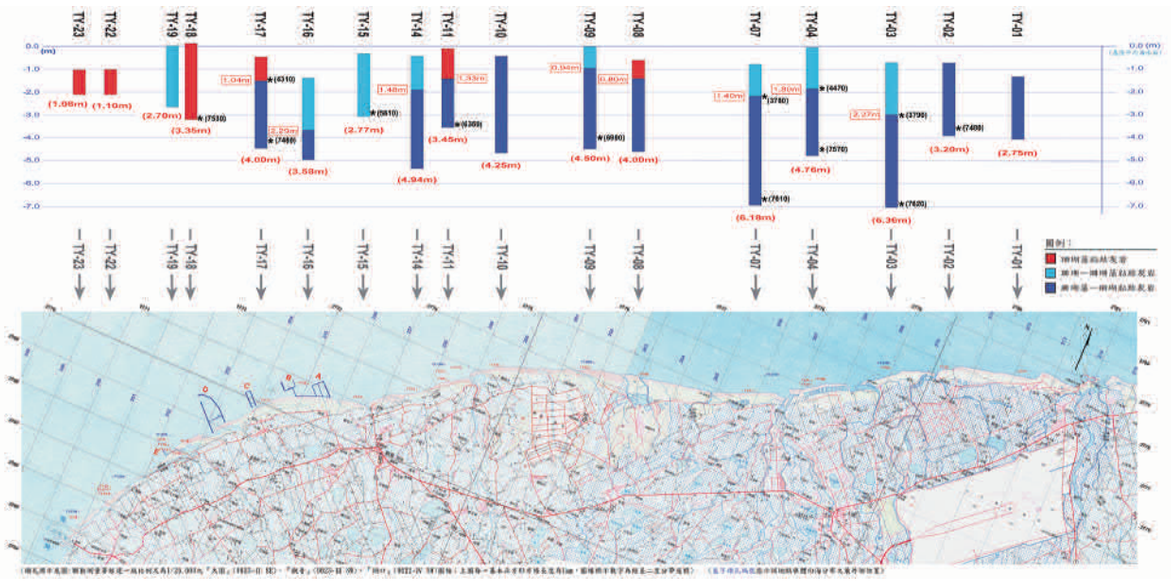
2.4 藻礁與古海洋

雖然現今桃園海岸的生物礁的表面是藻礁型式，但是從宏觀的角度來看，其實大部分早期形成的礁體都是珊瑚礁，殼狀珊瑚藻在大約4500年前才開始成為主要造礁生物；礁體全部都由『珊瑚- 珊瑚藻粘結灰岩相』或『珊瑚藻粘結灰岩相』所構成的『藻礁』，則侷限於小飯壢溪口附近以南的區域。另外，根據岩相分析與定年資料，顯示在同一地質時期，桃園海岸有藻礁和珊瑚礁發育，而不同礁體的發育狀況就代表不同地點環境條件的差異；但是如此大規模的珊瑚藻造礁現象，在台灣地區可說是非常獨特的地質現象，它的古海洋環境值得深入探討。

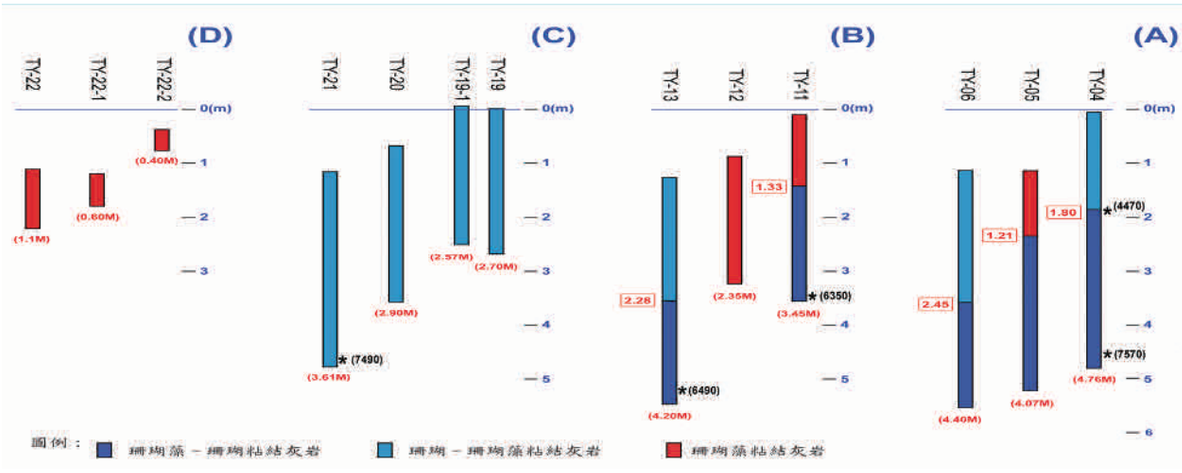
根據鑽探結果，配合區域地質背景，可知桃園海岸生物礁是在古石門沖積扇最後一期沉積的礫岩之後才開始形成的，由於在礫岩層中並未發現無脊椎動物的殼體；因此本區礁體的發育很可能是古海水面相對快速上升的結果。

台灣地處菲律賓海板塊與歐亞大陸板塊交界，最近一期的蓬萊造山運動自數百萬年前發生至今，仍在持續影響全新世各種地形地貌的發育，這也造成現今台灣各地的沉降、抬昇與相對位移狀況各異。

根據經濟部中央地質調查所的『大園』地質圖幅，在桃園海岸生物礁分布範圍的海岸線附近，沒有斷層或褶皺等構造線；並且，在海岸的礁灰岩與鑽探岩心標本中，也沒有其他可指示古海水面的現象與沉積物，這顯示桃園沿海生物礁體的發育過程，可能一直處於地體構造較為穩定的狀態，礁體發育期間很可能並未歷經明顯的海水面變動。



桃園海岸潮間帶鑽探取樣井位分布、生物礁岩相組成與碳十四放射性定年結果



圖示由北到南分別在四個地點，由高潮位向海側鑽井岩心的生物礁發育、岩相組成與碳十四放射性定年結果示；TY-19-1為TY-19旁之補充鑽井。（圖中各井間距非實際距離）

有關古海水面變化的相關研究，都指出全新世早期海水面快速上升與全球性融冰現象有關。在大約距今6000年之後，融冰現象導致海水量增加的效應漸趨穩定，但持續進行中的地殼均衡效應，造成即使在沒有構造活動的地區，海水面變化也並不一致；因此，對於近期地體構造相對較穩定桃園地區的古海水面探討，選擇參考陳于高與劉聰桂（Chen and Liu, 2000）以及宗永強的研究結果（Zong, 2004）來作比較。根據定年與絕對高度測量資料，在大約7600~7500年前，桃園海岸開始有生物礁發育的最淺基底為 -3.23公尺，因此當時的古海水面應該更高；但這個基底深度與前人研究古海水面變動結果相比較，卻都要比同一時間的海水面還要高，所以研判很可能是桃園地區在此期間之後有被逐漸抬昇的現象；此外，根據台灣附近海域的古海水面研究，在大約4000年前的古海水面比現今平均海水面高約2.0~2.5公尺；但對照桃園海岸生物礁的地質紀錄，卻顯示此期間的主要造礁生物由石珊瑚轉變為珊瑚藻，這種轉變可能是由於陸源沉積物增加或是水文狀況改變的影響所致。

2.5 新的地層單位－『潮音石灰岩』

大園鄉下海湖北側海岸退潮期間出露的生物礁（地質鎚長33 cm）

依據全區野外調查結果，桃園海岸生物礁發育的最北端位於大園鄉下海湖的北側海岸，最南端在新屋鄉永安漁港以北，礁灰岩沿大園鄉、觀音鄉，以及新屋鄉潮間帶連續出露，綿延海岸線總長近27公里；礁體出露最寬廣的地點，位於大園鄉潮音北方海岸，垂直於海岸方向的寬度超過450公尺；在多處海岸沙丘下方與近海岸漁塭開挖面，也可看到礁灰岩出露的現象。其次，根據26處鑽探的結果，這個區域的生物礁都是以礫岩為基底，礁體厚度最厚處有6公尺以上；而且大部份礁體的早期是珊瑚礁，後期才轉變為以殼狀珊瑚藻為主的藻礁；只有本區南面的礁體是從開始發育至今都屬於藻礁型式。根據這些觀測結果，桃園海岸的礁灰岩可以標示在地質圖上。

桃園海岸地區全新世礁灰岩的相關地質文獻紀錄極少，且未曾正式標示於地質圖幅；綜合調查結果，本地區的礁灰岩不宜稱為『珊瑚層』、『珊瑚礁』，或『崁頭厝珊瑚礁』，而且依據礁體地理分佈情況，也與北海岸的『國姓埔珊瑚礁』或『國姓埔隆起珊瑚礁』不同；因此，於2008年召開的第五屆台灣地層研討會中，提出將桃園地區海岸礁灰岩地層命名為『潮音石灰岩』（王士偉等，2008），成為台灣地區新的地層單位。

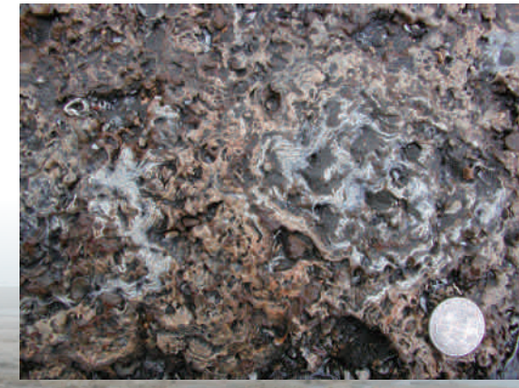
新屋鄉永安漁港以北退潮期間出露的生物礁

大園鄉新街溪口南岸出露生物礁之近觀（鏡頭蓋直徑7.4 cm）

大園鄉老街溪口河道出露生物礁中的細菊珊瑚

大園鄉埔心溪出海口北側生物礁表面大多為礫石所覆蓋，照片左下方出露的生物礁已停止生長

觀音鄉草漯海岸退潮期間出露之生物礁（地質鎚長33 cm）



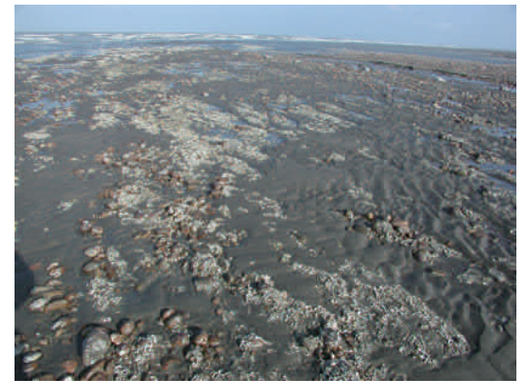
觀音鄉樹林溪口北岸礁灰岩中殼狀珊瑚藻近觀

觀音鄉富林溪口北岸退潮期間出露之生物礁

觀音鄉大堀溪口礁灰岩近觀（地質鎚長33 cm）

觀音鄉小飯壢溪口以南退潮期間出露藻礁，礁體表面佈滿牡蠣死殼（筆記本長19 cm）

觀音鄉觀音海水浴場退潮期間出露寬廣之生物礁



新屋鄉新屋溪口退潮期間出露之藻礁表面為漂砂與礫石覆蓋

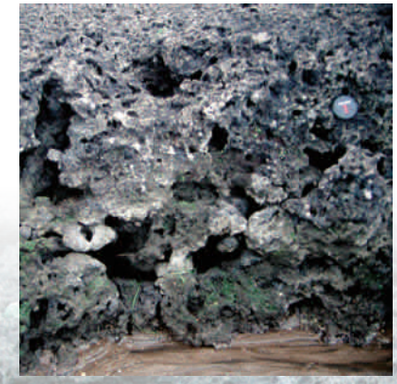
新屋鄉新屋溪口出露藻礁之近觀（照片下方比例尺每格1 cm）

大園鄉潮音海岸生物礁寬度與高度測量

2.6 台灣藻礁的分布

目前已知台灣地區的藻礁，除了桃園縣海岸有較大規模的礁體之外，其餘都是零星分布於各區海岸，包括：（一）台北縣淡水鎮前洲子（洲子灣海水浴場）以北、至石門鄉石門洞附近的北部海岸；（二）在恆春半島的風吹沙海岸，也有已停止發育的藻礁石灰岩；（三）台東縣卑南鄉的杉原灣海岸，是東部地區較大範圍的藻礁。此外，在台北縣石門洞至跳石之間海岸是否有藻礁發育，仍待調查。

台北縣淡水鎮前洲子海岸出露藻礁（已停止發育）



台北縣三芝鄉後厝海岸潮間帶出露藻礁

台北縣石門鄉麟山鼻漁港潮間帶出露藻礁

台北縣石門鄉麟山鼻漁港潮間帶所見之藻礁石灰岩垂直剖面（礁基底未出露；鏡頭蓋直徑7 cm）

台北縣石門鄉白沙灣出露藻礁有許多圓形凹洞，為原先所膠結安山岩塊被侵蝕後所留下痕跡

台北縣石門鄉白沙灣之藻礁以火山礫岩為發育基底（筆記本長19 cm）

屏東縣恆春鎮風吹沙海岸出露的藻礁（鏡頭蓋直徑7 cm）

台北縣石門鄉海灣新城海岸潮間帶出露藻礁

台北縣石門鄉海灣新城海岸潮間帶藻礁中有許多安山岩塊

有關台灣地區生物礁的分布，除了現生珊瑚礁有比較多的研究之外，關於化石生物礁的研究還很少，尤其是藻礁的調查和研究更少。以桃園海岸的藻礁為例，我們在十年前的概況調查中，只觀察到沿海岸線分布約四公里長、深度約二公尺的藻礁，自2007年底迄今，我們在台灣中油公司的經費資助和亞太環境科技公司的協助之下，進行了較大規模和較詳

細的調查，得知桃園海岸的藻礁其實有27公里長，厚度超過六公尺，礁的發育時間可追溯自7600年前開始，而且早期的礁體是珊瑚礁，後期才轉變為藻礁，也確認了桃園海岸的「潮音石灰岩」是台灣的新地層單位；同時，我們也發現藻礁有非常豐富的生物相，它是孕育生物多樣性和海洋生物資源的重要生態系。這個例子顯示，還有很多未知的生物礁仍待我們發掘和探究；隨著對海岸區生物礁調查的進展，可能會有更多不同類型的礁體被發現，礁體的地理分布範圍也會更明確。然而，很遺憾的是，許多地方的礁體在尚未被調查和認識之前，就已遭受相當程度的破壞，顯然台灣的生物礁研究還需要更多的關注和支持。

台北縣石門鄉富基漁港潮間帶出露藻礁

3 藻礁生物

3.1 海藻
3.2 無脊椎動物
3.3 魚類

藻礁表面的附生藻類

藻類

藻類是一群能夠行光合作用的生物，依據藻體的大小，可區分為大型藻類（macroalgae）與微細藻類（microalgae）。

無脊椎動物

觀音藻礁的潮間帶可以發現許多門的無脊椎動物，其中大部份種類住在潮池中，有的種類則可以忍受退潮時的乾旱，出現在藻礁表面。對海洋生物來說，生活在潮間帶其實是相當嚴苛的挑戰，牠們必須忍受波浪的衝擊、溫度和鹽度的劇烈變化，以及來自陸地的干擾，這些挑戰也使得潮間帶生物發展出強韌的生命力。

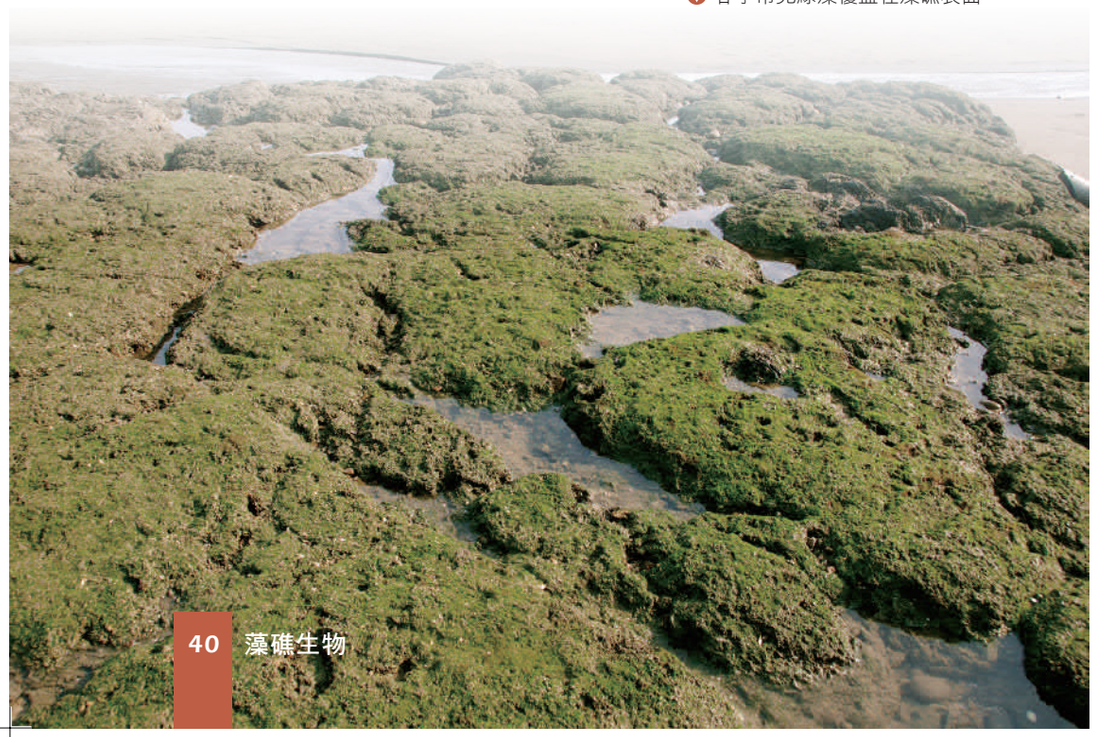
魚類

潮間帶的潮池是許多魚類生殖、育幼、覓食和生長的場所，主因是潮間帶具有高生產力，能提供充足食物，而且幾乎不會有大型捕食者出現，是個相對安全的場所。

3.1 海藻

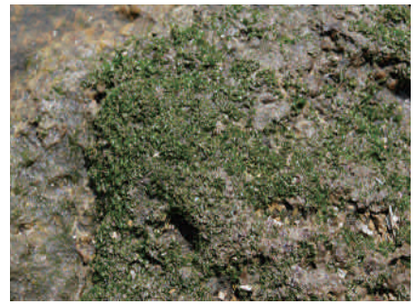
藻類是一群能夠行光合作用的生物，依據藻體的大小，可區分為大型藻類（macroalgae）與微細藻類（microalgae）。前者為多細胞或由單細胞聚集而成，可以肉眼直接觀察，且大都分布於海水的環境中，僅有少數種類生活於淡水。雖然大型藻類的外觀看似植物，但卻與植物的細胞結構、色素組成、生長方式及生殖等生物特性截然不同。微細藻類則是屬於單細胞的藻類，無法用肉眼直接觀察，必須透過光學顯微鏡等設備，才能觀察和辨識它們。

春季常見綠藻覆蓋在藻礁表面



藻類

綠藻 ▪ Chlorophyta, Green algae



潮間帶大型綠藻-石蓴

藻體內主要的色素組成是葉綠素a, b，因此藻體通常呈現不同形式的綠色。桃園觀音海岸主要有兩種大型綠藻: 石蓴（*Ulva lactuca*）及澀苔（*Ulva prolifera*）。其中石蓴為薄膜片狀，而澀苔為絲狀，且後者於顯微鏡下觀察，常可見到細小彎曲狀的分枝。此兩種綠藻整年都可見到，在春季以後，常迅速生長、大量出現在潮間帶的藻礁平台上，但是相對於台灣其他岩岸環境的石蓴與澀苔，藻礁區的藻體比較小型（石蓴長約0.2~0.5公分，澀苔0.2~0.8公分），而且不會發展成大片的藻體。

潮間帶大型綠藻-澀苔

藻類

褐藻 ▪ Phaeophyta, Brown algae

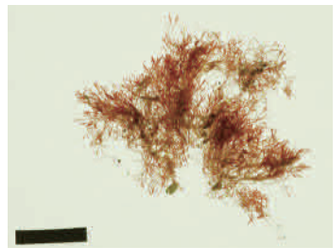
藻體內主要的色素組成是葉綠素a、c，加上葉黃素的成分，使得大多數的褐藻呈現黃褐色，如馬尾藻。觀音藻礁海岸並未發現大型的褐藻種類。

藻類

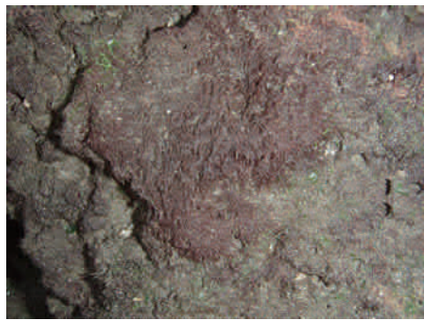
紅藻 ▪ Rhodophyta, Red algae

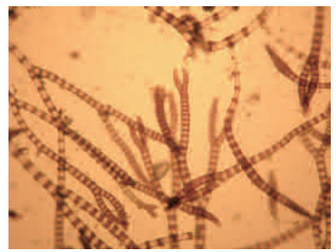
藻體內主要的色素組成是葉綠素a, 部分種類含有葉綠素d，再加上兩種主要的輔助色素—藻藍素及藻紅素，使得紅藻的顏色呈現出紅、粉紅、紫、藍等較多變化的色彩。觀音藻礁海岸常見的紅藻有四種，包括縱胞藻、刺沙菜、小杉藻及藻礁最重要的結構組成—珊瑚藻。

縱胞藻（*Centroceras clavulatum*）屬於仙菜科（Ceramiaceae）。藻體紅褐色，柔軟絲狀體，約 1~3 公分高，顯微鏡下可觀察到多回二叉狀分枝，分枝前端向內彎曲成鉗狀。分布位於近低潮帶的潮池邊緣，有時會與刺沙菜混生而不易區分。它們最大的差別在於縱胞藻的藻體柔軟滑順，而刺沙菜較為粗硬。



縱胞藻之藻體外觀（尺標 = 1 cm）

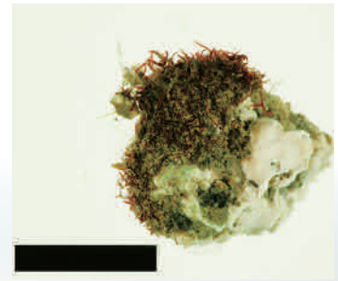




縱胞藻的顯微構造的縱胞藻

觀音海岸藻礁上常見的縱胞藻

刺沙菜（*Hypnea spinella*），屬於沙菜科（Hypneaceae）。藻體紅褐色，藻體成短分枝叢狀，約0.2~1公分高，藻體組織與縱胞藻有很大差異。廣泛分布於潮間帶地區，為藻礁平台上最優勢的藻種。小杉藻（*Chondrocanthus intermedia*），屬於杉藻科（Gigartinaceae），藻體暗紅色或暗紫色，軟骨質，分枝扁圓或狹長狀，長約1~2公分，以匍匐方式相互重疊生長，形成不規則的叢狀藻團。

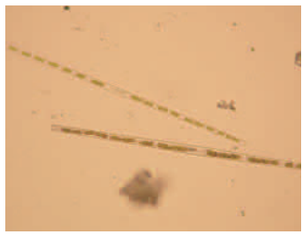


刺沙菜之藻體（尺標 = 1 cm）

潮間帶大型紅藻-小杉藻

刺沙菜覆蓋在藻礁平台上呈現紅棕色外觀

藻類



藻礁的潮間帶，夏季期間還可在部分潮池的邊緣發現黃褐色的絲狀藻，絲狀體長約1~5公分，它是由無數狹長型的羽狀矽藻所聚集而成。根據藻細胞的形狀，初步判斷它可能是針杆藻屬（*Synedra*）的種類。

生長在潮池中的絲狀藻體是由矽藻構成

絲狀藻體之標本照

2.2無脊椎動物

無脊椎動物是一大群沒有脊椎骨的動物，它包括三十多個動物門，從構造最簡單的海綿，到構造很複雜的甲殼類及海鞘，都歸類於無脊椎動物。牠們大部份只生活在海洋中，只有少數類別在陸地上生活。觀音藻礁的潮間帶可以發現許多門的無脊椎動物，其中大部份種類住在潮池中，有的種類則可以忍受退潮時的乾旱，出現在藻礁表面。對海洋生物來說，生活在潮間帶其實是相當嚴苛的挑戰，牠們必須忍受波浪的衝擊、溫度和鹽度的劇烈變化，以及來自陸地的干擾，這些挑戰也使得潮間帶生物發展出強韌的生命力。

藻礁潮間帶常見的細菊珊瑚（*Cyphastrea* sp.）骨骼

無脊椎動物

刺胞動物

刺胞動物是一群構造相當原始的動物，包括海葵、水螅、水母及珊瑚等。牠們的共同特徵是具有刺絲胞，可用來捕食小動物或保護自己。牠們的個體構造很簡單，由觸手、口和腔腸等構成；多數種類為群體型，也就是由許多個體聯合在一起而構成，只有少數種類是單一個體型式。這些動物的刺絲胞可能具有毒性，因此在海邊看到牠們時，要避免用手去碰觸牠。

低潮位潮池邊緣的交叉柔星珊瑚（*Leptastrea transversa*）

石珊瑚類又稱為硬珊瑚，牠們具有鈣質骨骼，是造礁珊瑚的主要成員。石珊瑚類的內層組織中有許多共生藻，共生藻可以促進珊瑚的生理作用和鈣化作用，幫助珊瑚形成堅硬的珊瑚礁；由於共生藻需要足夠的陽光進行光和作用，石珊瑚只能生活在溫暖、清澈的熱帶淺海中，近年來觀音海域的水質經常相當混濁，對石珊瑚的生長非常不利，只有在潮間帶下段的潮池中偶而可以看到活的石珊瑚，主要是菊珊瑚科的種類，如：細菊珊瑚（*Cyphastrea*）、柔星珊瑚（*Leptastrea*）和菊珊瑚（*Favia*）等，而且都是小型的群體。此外，在沙灘上或潮間帶低窪處仍可見到一些石珊瑚骨骼，顯示從前這裡的環境曾經適合珊瑚生長，但是近年來由於環境改變，大多數的石珊瑚都無法生長了。

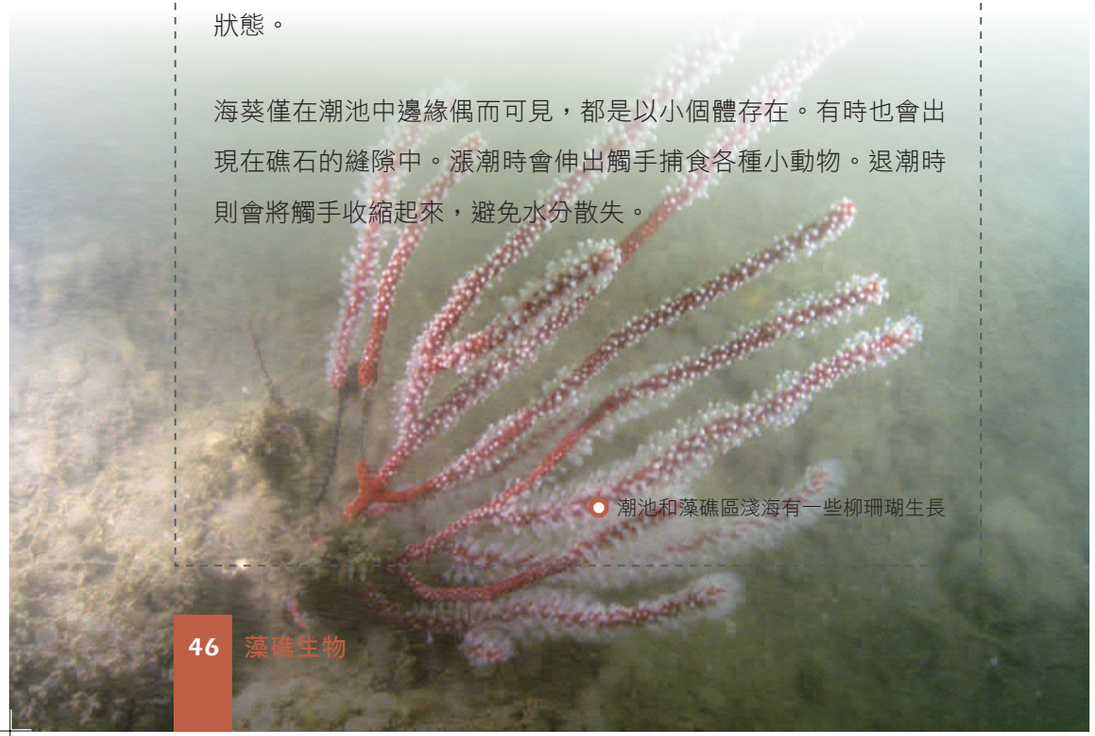
無脊椎動物

單體型的石珊瑚

藻礁潮間帶常見的菊珊瑚（*Favia* sp.）骨骼

柳珊瑚俗稱海樹或海扇，在分類上屬於珊瑚蟲綱的八放珊瑚亞綱，每一隻珊瑚虫都具有隻觸手，具有相當堅硬又富彈性的角質骨軸。牠們固著生長在潮池或是亞潮帶的礁石表面，都是以小群體的型式生長，高度通常在5公分以內，退潮時呈現珊瑚蟲收縮狀態。

海葵僅在潮池中邊緣偶而可見，都是以小個體存在。有時也會出現在礁石的縫隙中。漲潮時會伸出觸手捕食各種小動物。退潮時則會將觸手收縮起來，避免水分散失。



潮池和藻礁區淺海有一些柳珊瑚生長

無脊椎動物

觸手伸展的海葵

生長在低潮位潮池中的海葵

無脊椎動物

扁形動物

海洋扁蟲是原始的三胚層動物，有一些基本的器官，包括有神經系統集中的頭部構造及可以感光的眼點，牠們是肉食性動物。觀音海岸潮間帶的潮池中，可看到大盤扁蟲（*Discoplana gigas*）的蹤跡，牠屬於渦蟲科（Planoceridae），身體棕或褐色，密佈許多不規則的淡色網紋，體長可達6公分，身體非常扁平，以牡蠣及貝類為食。牠廣泛分布在日本及台灣海域。

大盤扁蟲

無脊椎動物

環節動物

環節動物的形態變異很大，有些身體呈延長蠕蟲狀，兩側具有疣足及剛毛；有些種類則居住在棲管中，伸出鰓冠以濾食浮游生物。觀音潮間帶可看到的環節動物，包括：龍介蟲、盤管蟲（*Hydroides*）和巢沙蠶（*Diopatra*）。這些小環節動物通常是較大型的底棲動物，如魚、蝦、蟹類的重要食物之一。

龍介蟲科（Serpulidae）的動物會建造鈣質棲管，又叫做石灰蟲。龍介蟲管通常附著於岩石和珊瑚上，或是其他堅硬的物體上，牠具有漏斗狀的鰓冠，頂端常具有殼蓋。盤管蟲（*Hydroides*）常附著在浮標和船底。

龍介蟲(*Serpulids*)會建造鈣質棲管

巢沙蠶（*Diopatra*）屬於歐努菲特蟲科(Onuphidae)，會築皮質棲管、表面黏附碎石等雜物。

一種巢沙蠶

一種盤管蟲

一種盤管蟲

無脊椎動物

軟體動物

軟體動物是觀音藻礁海岸最常見、數量也最多的動物，主要包括：多板綱、雙殼綱和腹足綱的種類。

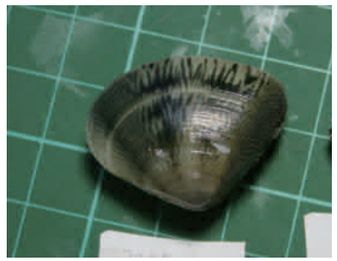
薄石鱉（*Ischnochiton comptus*）

通常隱身在岩石表面

多板綱的薄石鱉（*Ischnochiton comptus*）又稱為花斑錙石鱉，長約2~3公分，具有八塊殼板，身體呈不規則的灰、暗綠至棕褐色，包圍殼板的肉帶上，密生細小的鱗片，顏色與殼板近似。體型扁平，有吸盤狀的足，沒有觸角及眼，喜歡附著在礫石下面。牠也常出現於台灣的岩礁海岸。

無脊椎動物

雙殼綱的代表物種是花蛤和牡蠣。花蛤（*Gomphina aequilatera*）屬於簾蛤科，又稱花角簾蛤，俗稱花蛤仔、花角仔、等邊蛤。牠的貝殼略呈三角形，長度可達3公分，相當扁平，表面光滑，有多變化的青灰色花紋；通常匿居於沙質海岸的潮間帶。藻礁邊緣的沙灘或潮池有時可看到牠的蹤跡。



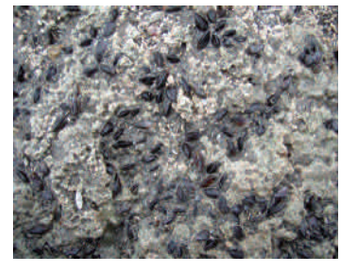
潮池中可見的花蛤屬於軟體動物雙殼類

大牡蠣（*Crassostrea gigas*），又稱為長牡蠣，俗稱蚵仔、蠔，殼表黃白色至紫灰色，形狀不規則，以左邊的殼固著在潮間帶的岩石、木頭或貝殼等基質上，殼的邊緣成波浪狀，十分銳利。這種牡蠣在台灣西部及澎湖的淺海或河口常有大量養殖。觀音藻礁部分區域有大量牡蠣形成的礁體，但是目前所見大多是死亡的殼體遺留，只在潮間帶的礫石下偶而可以見到小的活個體。

大牡蠣的殼體聚集分布在礁石表面，只有少數是活的個體

大牡蠣集中生長在潮間帶上段，看得到大量的牡蠣殼

雲雀殼菜蛤（*Modiolus auricularis*）屬於殼菜蛤科，貝殼略呈耳朵形，有濃褐色殼皮和殼毛，但局部有白色斜斑，常成群以足絲附著於藻礁區潮間帶上段的岩石縫隙中。



雲雀殼菜蛤（*Modiolus auricularis*）

剛著生不久的大牡蠣（左）和花青螺（右）

腹足類的種類和數量都比較多，常見的有珠螺、蜑螺、玉黍螺、蚵岩螺、岩螺、青螺、鐘螺等。

花青螺（*Nipponacmea schrenckii*）屬於青螺科，牠的貝殼薄，呈扁平卵形的低斗笠狀，殼頂接近前方，常約2公分，殼表呈墨綠色至褐色，密佈黑褐色的細紋或放射狀斑紋，色彩多變化，內面青色，周圍褐色。棲息於岩礁海岸潮間帶的岩石上及礫石底部。花青螺在台灣北海岸、東北角和東海岸都相當常見。

花青螺（*Nipponacmea schrenckii*）

無脊椎動物

草席鐘螺（*Monodonta labio*）屬於鐘螺科，俗稱高羅仔、黑貓仔。貝殼略呈卵形，殼徑可達1.6公分，殼高約2.5公分，螺肋呈磁磚狀排列。殼表呈棕色、褐色、綠色、橘色或黑色。常見於台灣各地的礁岩海岸。

草席鐘螺常出現在高潮線附近

草席鐘螺的螺紋有如整齊排列的磁磚

珠螺（*Lunella coronata*）屬於蠑螺科，俗稱大頭仔。貝殼成捲帽形，殼徑最大約3公分，殼表有不明顯的突瘤，口蓋厚，略呈半球型，會成群出現在高潮帶的潮池中，牠的數量多，又可食用，因此是觀音藻礁區民眾經常採集的對象。

珠螺在退潮時會躲在藻礁凹洞中，漲潮時才出來覓食

珠螺口蓋厚，呈半球型，像珠子般塞住殼口

漁舟蟶螺（*Nerita albicilla*）屬於蟶螺科，俗稱薄痂仔、苦杯仔，螺殼半球形，螺塔低平，螺殼表面有細的螺肋，殼徑約2公分。顏色變化多端，可為灰黑、棕褐相間，有時帶有黃棕色斑紋或黑色的細線。殼口白色，半圓形，內唇密佈大小不一的細顆粒，通常棲息於岩礁海岸的潮間帶，以岩石上的微細藻類為食，台灣各地礁岩海岸都很常見。

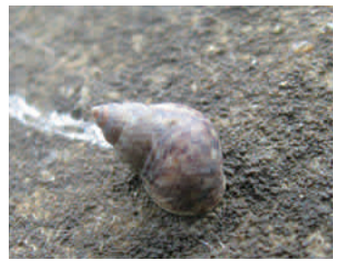
漁舟蟶螺（*Nerita albicilla*）是常見的小型腹足類

無脊椎動物

大圓蜑螺（*Nerita chamaeleon*）屬於蜑螺科，螺殼呈半球形，體層大，螺塔略低平，螺殼表面有粗細不一的螺肋，殼徑約2公分，殼表顏色多變，呈黑色、褐色、紅褐色、灰色、灰青色或棕色，常具有深色的斑紋，有保護色功能。殼口白色，半圓形，內唇和外唇都有小齒；通常棲息於岩礁海岸的潮間帶，以岩石上的微細藻類為食，台灣各地海岸偶而可見。

大圓蜑螺（*Nerita chamaeleon*）

波紋玉黍螺（*Littorina undulata*）屬於玉黍螺科，螺殼呈竹筍型，羅塔尖且高，殼高可達1.5公分，螺殼表面平滑無光澤，有不明顯的螺肋，殼表顏色多變，棕綠色、紅棕色或灰白色的底上具有許多黑褐色或棕褐色的波浪狀斑紋，具有保護色的功能。經常成群棲息於岩礁海岸的高潮帶，以岩石上的微細藻類為食，台灣各地岩礁海岸都很常見。



波紋玉黍螺（*Littorina undulata*）

蚵岩螺（*Thais clavigera*）屬於骨螺科（Muricidae），英名oyster-eating rock shell，即為會吃牡蠣的螺類，其貝殼長達4公分，呈灰棕色至黑褐色，常有黑褐色的突瘤，殼口大，內唇淡肉色，外唇邊緣有時呈黑褐色，且有小齒，口蓋黃色至紅褐色；本種個體之間的變異頗大，棲息於岩礁海岸和沙岸的牡蠣養殖場及河口紅樹林的潮間帶，以雙殼貝類為食，是牡蠣、文蛤等貝類養殖場的害貝，本種在觀音藻礁潮間帶的分布很廣泛。

蚵岩螺是一種捕食者，喜歡吃其他貝類

蚵岩螺正在珠螺的殼上鑽洞掠食

無脊椎動物

台灣岩螺（*Thais bufo*）屬於骨螺科。外殼呈拳頭形，殼口稍大，可達6公分，殼厚堅硬。表面有細螺肋及突瘤，外唇邊緣為深褐色，上有白色細齒，殼口肉色。口蓋半圓形，角質，褐色。棲息在礁沿海岸的潮間帶至淺海底，並不常見，為肉食性，會吃牡蠣和海蛤。

台灣岩螺（*Thais bufo*）常出現在高潮位附近

稜結螺（*Cronia magariticola*）也屬於骨螺科，俗稱苦螺，貝殼小而厚，略呈紡錘形，縱肋較長，螺肋較細，殼口略帶紫色，外唇具有白齒，殼表多呈黑色而常有白色橫帶，色彩變異多，殼長約2.5公分。常見於台灣各地岩礁海岸潮間帶，但在觀音藻礁並不常見。

稜結螺（*Cronia magariticola*）

結螺（*Morula granulata*）屬於骨螺科，俗稱也是苦螺，貝殼小而厚，長卵型，最大僅約2公分，殼表呈黑褐色至黑灰色，有排列整齊的十幾個黑色突瘤，殼口小，內唇淡青色，外唇具有白色的圓齒，口蓋呈黑褐色。以藤壺、牡蠣等固著性動物為食，台灣各地經常可見。

結螺（*Morula granulata*），俗稱苦螺

黑瘤海蜷（*Batillaria sordida*）屬小海蜷科，螺塔高，小型貝類，殼表灰色而有細羅脈紋，並且有成列的黑色粗瘤。口唇內白色，殼口稍圓。棲息於潮間帶的礫石底或岩石間。藻礁區域少見。

黑瘤海蜷在觀音藻礁區並不常見

白斑海蛞蝓（*Thuridilla albopustulosa*）是沒有殼的腹足類軟體動物，牠屬於裸鰓目階梯海蛞蝓科。牠的體型小，體表有一些乳白色斑點。在觀音藻礁看到的個體都小於1公分。夏季在潮池中偶而可以看到。

白斑海蛞蝓是美麗的小動物

無脊椎動物

甲殼動物

甲殼動物包括常見的十足類（蝦、蟹、寄居蟹）及端足類、等足類、蔓足類等，牠們的體表都包著一層硬甲殼，都需要經過蛻殼而成長。

等足類的身體呈背腹扁平，無頭胸甲。海邊最常見的等足類是海蟑螂。奇異海蟑螂（*Ligia exotica*）的身體黃棕色，雄性成體的背部中央有許多微細的藍點，上下扁平，長卵形，後端漸細，長約2~4.5公分，第2觸角很長。牠們有7對附肢，分別長在7個胸節上。海蟑螂的名稱讓牠們常被誤以為是昆蟲，其實牠們和陸地上的蟑螂或昆蟲毫無關係。牠們主要出現在藻礁海岸附近的消波塊上。此外，潮池中偶而可發現一些小型的等足類，牠的體長在0.5公分以內，以魚類屍體或其他有機碎屑為食。

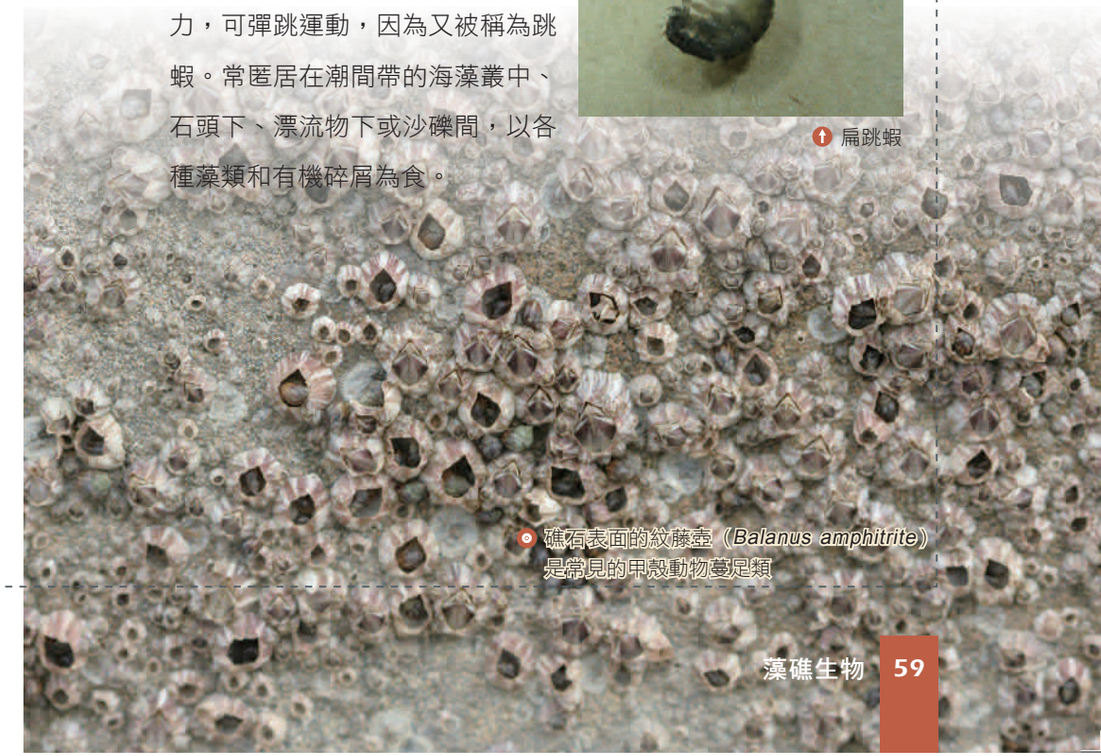
奇異海蟑螂（*Ligia exotica*）

潮池中偶而可見的小型等足類

紋藤壺（*Balanus amphitrite*）屬於甲殼動物蔓足綱的藤壺科。牠們除了幼蟲期之外，都行固著生活。牠們的體型小，直徑約1~2公分，高約0.5~1公分，具有堅硬的鈣質殼板，殼表面為灰白色，上有一些紫紅色的縱向細紋，殼口大，略呈四角型，邊緣平整，口器的上唇中央有一些小齒。常成群固著在海灣、船底、棧橋、蚵架或潮間帶的石頭上。藻礁海岸的數量很多，常密集出現在岩石或消波塊上。

藻礁潮池中，有些體型很小的端足類，俗稱為扁跳蝦，牠的體長通常不到1公分，第4至6附肢長而有力，可彈跳運動，因為又被稱為跳蝦。常匿居在潮間帶的海藻叢中、石頭下、漂流物下或沙礫間，以各種藻類和有機碎屑為食。

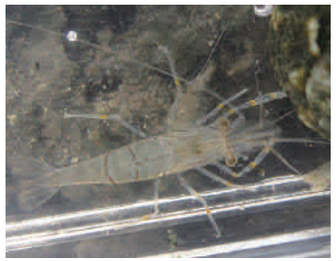
扁跳蝦



礁石表面的紋藤壺（*Balanus amphitrite*）是常見的甲殼動物蔓足類

無脊椎動物

鋸齒長臂蝦（*Palaemon serrifer*）屬於甲殼動物十足目的長臂蝦科，體長約3~4公分，身體呈半透明的白色，腹部有7條淡褐色橫紋及黃色細點，尾扇的後側外緣有2個淡黃色斑紋。額角的上緣有9~13齒，下緣有2~4齒，常棲息在湧浪較小的沙底潮池中。牠也廣泛分布於印度-太平洋岩礁海域至河口地區。



鋸齒長臂蝦（*Palaemon serrifer*）

日本對蝦（*Penaeus japonica*）俗稱班節蝦。體型大，體長約15~20公分，最大體長可達約30公分。身體黃色並覆有深褐色橫帶及斜紋，尾肢末端黃色及藍色。台灣沿岸均有產，也可在藻礁潮池中發現。

日本對蝦(*Penaeus japonica*)

太平洋槍蝦（*Alpheus pacificus*），俗稱石蝦，屬於槍蝦科，體長約2~4公分，身體呈淡綠、黃褐、灰黑或灰藍色，體表有白色斑紋形成的縱帶，尾扇的緣毛黃色，大螯長形，可動指周圍有許多長毛。會挖洞居住在潮間帶至淺海中的岩縫或石頭下的砂礫中，以小型無脊椎動物或屍體為食，在藻礁的潮池偶而可見。在台灣北部、東北角、東部及澎湖等地海岸經常可見。

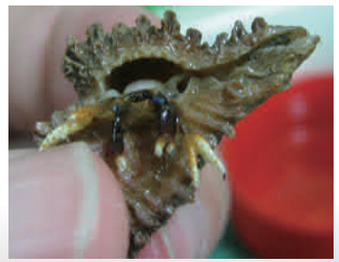
太平洋槍蝦（*Alpheus pacificus*）

寄居蟹也常在潮池中成群出現，常見的種類有庫卡寄居蟹（*Pagurus kulkarinii*）、猶豫寄居蟹（*Pagurus dubius*）及條紋細螯寄居蟹（*Clibanarius striolatus*）等。

寄居蟹常在潮池邊緣或潮池中成群出現

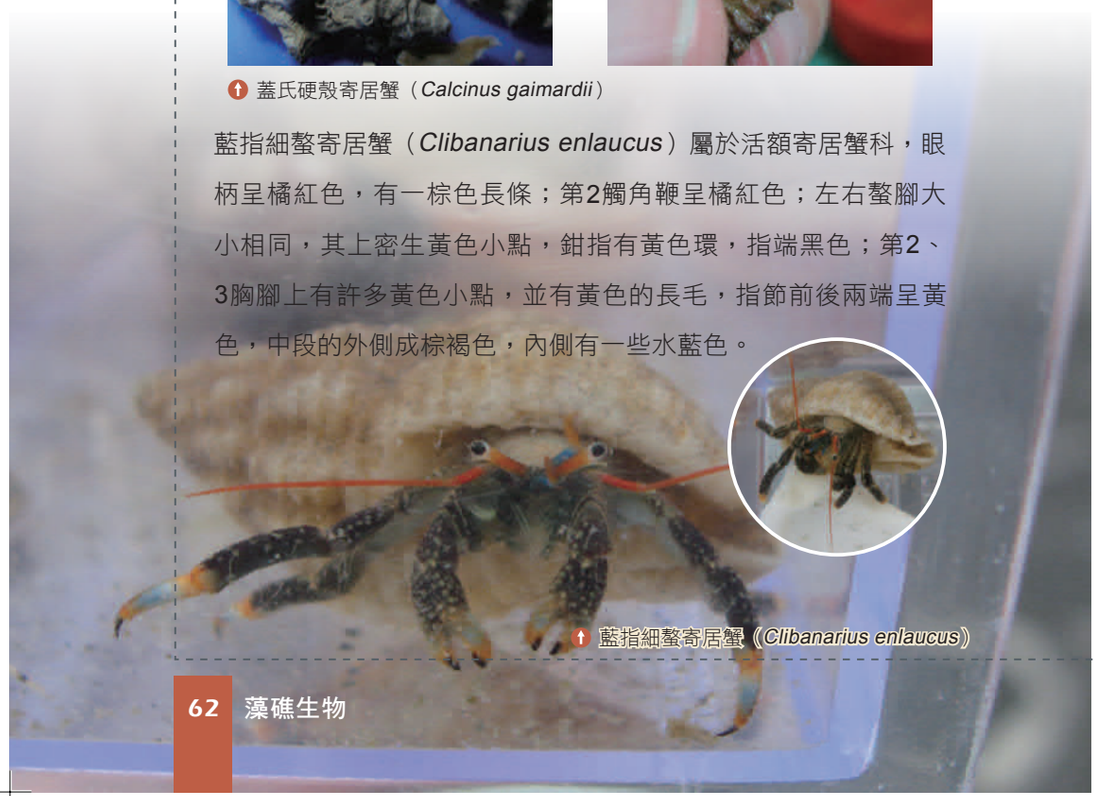
無脊椎動物

蓋氏硬殼寄居蟹（*Calcinus gaimardii*）屬於活額寄居蟹科，身體大致呈黑褐色，眼柄呈藍色或是橘黃色，具有一條棕色縱帶，眼球附近有一圈藍色的環紋，第二觸角鞭呈黃色，左螯腳略大，指部紅褐色，指端白色，第2、3胸足呈淡紅棕色至深褐色，指端白色。棲息在岩礁海岸的潮間帶至湧浪較大的礁岩區。藻礁潮間帶較少見。



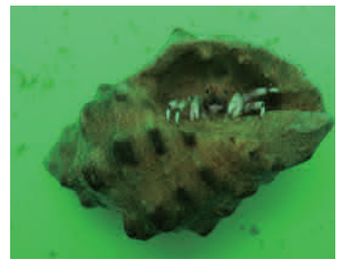
蓋氏硬殼寄居蟹（*Calcinus gaimardii*）

藍指細螯寄居蟹（*Clibanarius enlaucus*）屬於活額寄居蟹科，眼柄呈橘紅色，有一棕色長條；第2觸角鞭呈橘紅色；左右螯腳大小相同，其上密生黃色小點，鉗指有黃色環，指端黑色；第2、3胸腳上有許多黃色小點，並有黃色的長毛，指節前後兩端呈黃色，中段的外側成棕褐色，內側有一些水藍色。



藍指細螯寄居蟹（*Clibanarius enlaucus*）

隱伏硬殼寄居蟹（*Calcinus latens*）屬於活額寄居蟹科，又叫做隱白硬殼寄居蟹，身體大致呈灰黑至橄欖綠色，帶有白點，眼柄呈淡紫色至粉紅色，眼球為黑底上具有一些小白點，第1觸角鞭呈橘紅色，觸角柄呈藍色與黑色相間，第2觸角鞭呈橘黃色，左螯腳略大，指部及附近呈白色，其餘逐漸轉為灰黑色，第2、3胸腳長節和腕節呈橄欖綠色，前節的前2/3呈淡紫色，後1/3呈淡綠色指節後半段紫褐色，前半段白色。喜歡寄居在較厚重的螺殼中。



隱伏硬殼寄居蟹（*Calcinus latens*）

下棘細螯寄居蟹（*Clibanarius infraspinatus*）屬於活額寄居蟹科，眼柄呈深褐色，有一淺棕色長條；第2觸角鞭呈淺褐色末端偏黃色；左右螯腳大小相同，其上密生黃色小點，鉗指橘黃，指端黑色；第2、3胸腳褐色，外側有兩道金黃色的縱向細紋。

下棘細螯寄居蟹（*Clibanarius infraspinatus*）

無脊椎動物

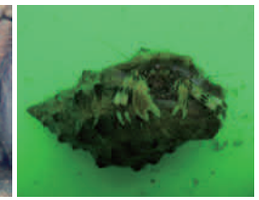
條紋細螯寄居蟹（*Clibanarius striolatus*）屬於活額寄居蟹科，全身呈淡綠色至棕綠色，具有黑色的縱紋，左右螯腳大小形狀相同，螯腳及步腳上均密生黃色長毛，螯腳黑色，具有淡綠色至棕綠色的小點。

條紋細螯寄居蟹（*Clibanarius striolatus*）

藍色細螯寄居蟹（*Clibanarius virescens*）屬於活額寄居蟹科，體型小，頭胸甲呈灰綠至紫褐色，有許多淡色的小點及細紋散布；眼柄藍灰或橄欖綠色，近眼球處有白色的環帶；第二觸角呈藍灰色。左右螯腳形狀大小相同，其上散生一些黃色的小點、棘刺和長毛。第2、3胸腳呈藍灰或橄欖綠色，指節的前後兩端呈黃色。棲息在岩礁海岸的潮間帶至淺海中，經常可見。

藍色細螯寄居蟹（*Clibanarius virescens*）

庫卡寄居蟹（*Pagurus kulkarinii*）的頭胸甲長約1公分，第二觸角呈紅白相間的花色，右螯腳比左螯腳大，螯腳上散生許多細毛，眼柄中有白色環帶，第2、3胸腳白底，有淡橘色環帶並有長卵型的黑斑，在觀音的潮間帶常成群出現在潮池中。



庫卡寄居蟹（*Pagurus kulkarinii*），右螯較大，常在低潮位成群出現

猶豫寄居蟹（*Pagurus dubius*）：屬於寄居蟹科，俗稱長指寄居蟹，體型小，體色變異大，呈黑褐、紅褐至橄欖綠色。右螯腳較大，螯腳的指部逐漸轉白，掌部和腕節散生許多淡棕色和藍色的小點與細毛，第2、3胸腳的指節中部與各節近關節處白色，上有一條不明顯的紅色細線，眼柄有白色的環帶。棲息在潮間帶的泥沙底礫石間，台灣西部沙岸與北部的河口附近經常可見。有時會成群出現在藻礁中潮位的潮池中。

猶豫寄居蟹（*Pagurus dubius*）是很常見的寄居蟹

無脊椎動物

司氏酋婦蟹（*Eriphia smithii*）屬於酋婦蟹科，頭胸甲近圓方形，寬約4公分，頭胸甲呈紫褐色，螯腳基部呈褐色，往掌部漸呈橘黃色，眼睛為鮮紅色，牠的螯及步足都長滿粗糙顆粒。棲息在岩礁海岸的潮間帶中，在藻礁算是較大型易觀察的動物，退潮時可在礁岩的洞穴或縫隙中發現，黃昏退潮時可以見到相當多的數量，會攝食其他蟹類或貝類，甚至魚類。在台灣北部和東北部都很常見。

司氏酋婦蟹（*Eriphia smithii*）

達氏短槳蟹（*Thalamita danae*）屬於梭子蟹科，俗稱石蟳。牠的頭胸甲呈寬扇形，寬約5公分，含眼窩外齒有5齒，額緣有6個平葉。廣泛分布於印度-太平洋海域，台灣各地的潮間帶數量很多，水深15公尺以內的泥沙海底偶而可見。常出現在藻礁與沙地的邊緣，攻擊性強，動作迅速。

達氏短槳蟹（*Thalamita danae*）

斑點短槳蟹（*Thalamita picta*）屬於梭子蟹科，俗稱石蟳仔。牠的頭胸甲密生短毛，前額有6齒，中央額齒最向前凸。前側緣具5齒，第4齒最小。體色多變化，常與環境相仿。螯指中段呈咖啡色，步足有較深的藍灰或墨綠色環紋。有的頭胸甲背面會有紅色斑塊。棲息在礁岩或珊瑚礁潮間帶有藻類或石塊的潮池中。廣泛分布於印度、太平洋區。

斑點短槳蟹(*Thalamita picta*)

環紋蟳（*Charybdis annulata*）屬於梭子蟹科，俗稱石蟳仔。牠的頭胸甲表面光滑，額有6齒，前側緣有6齒。頭胸甲棕褐色至灰藍色，步足有紫色及乳白色環帶，螯足兩指則有深紫色及藍色環帶。本種因特殊花紋而得名，在岩礁海岸潮間帶至淺海，偶而可見。廣泛分布於印度-西太平洋海域。

環紋蟳（*Charybdis annulata*）

無脊椎動物

晶瑩蟳（*Charybdis lucifera*）屬於梭子蟹科。牠的身體呈深紫色，頭胸甲後側面具有四個乳白色長橢圓型斑，中間2個斑塊較大，左右螯足等大，螯足前端為黑色。棲息於沙泥底或消波塊下泥沙底質處。藻礁區潮池中偶而可見。

溝痕鞭蟹（*Leptodius exaratus*）屬於扇蟹科，又稱為「火紅鞭蟹」，頭胸甲呈近五邊形，寬約3公分，含眼窩外齒共5齒，齒狀不明顯。步足長有絨毛。整體呈土黃色，並雜有深褐色斑，螯指為黑色。常棲息在石塊底下，受到驚嚇時會縮成一團裝死。

溝痕鞭蟹（*Leptodius exaratus*）常躲在石頭下

晶瑩蟳（*Charybdis lucifera*）

平背蜞（*Gaetice geograpsus*）屬於方蟹科，頭胸甲寬約2.5公分，表面扁平，大致呈圓角的梯形，前側緣具有3齒，前額寬廣，中間略凹入。螯腳光滑，大小略有差異。頭胸甲紫褐色、黑褐色至黃棕色，有很多黑褐色的細紋及細點。色彩變異大。棲息在高潮帶的石頭下，翻開石頭很容易看到。

平背蜞（*Gaetice geograpsus*）

白紋方蟹（*Grapsus albolineatus*）屬於方蟹科，俗稱石蟹。牠的頭胸甲呈圓方形，額向下彎，額後具有四個隆脊。體色藍綠或草綠色密布白點及白色條紋，步足淺黃綠色雜著暗紫色斑塊。通常棲息在岩礁海岸潮間帶高潮線附近的石塊區或消波塊堆，以岩礁上的藻類為食。廣泛分布於印度—太平洋熱帶海岸。

白紋方蟹（*Grapsus albolineatus*）行動迅速，難以近距離觀察

無脊椎動物

方形大額蟹（*Metopograpsus thukuhar*）屬於方蟹科，牠的頭胸甲寬約2~3公分，略呈四角形，表面平滑有光澤，前側緣除眼後齒外無齒，前額寬且平直。螯腳左右略有差異，步腳寬扁。頭胸甲呈棕色或帶綠色，具有許多黑褐色細點與斑紋；螯腳呈紫紅色，不動指白色。通常棲息於岩礁海岸及沙岸、河口的潮間帶至低潮線的石頭下。在藻礁區偶而可見。

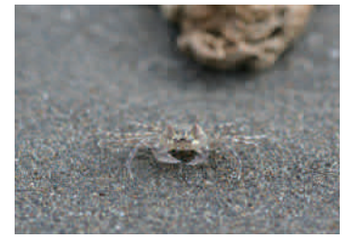
方形大額蟹（*Metopograpsus thukuhar*）

短指和尚蟹（*Mictyris brevidactylus*）屬於和尚蟹科，俗稱海珍珠、兵蟹。牠的頭胸甲長寬各約1公分，呈灰青色的球形，表面光滑有光澤，像是和尚的光頭，因而稱為和尚蟹；會成群在沙灘上爬行覓食，為雜食性，以有機碎屑為食。通常棲息於沙岸、河口紅樹林與沼澤區的沙質底潮間帶，遇到敵害時會以螺旋狀方式挖沙潛行。出現於藻礁附近退潮後的沙地。

短指和尚蟹（*Mictyris brevidactylus*）

和尚蟹的覓食痕跡

痕掌沙蟹（*Ocypode stimpsoni*）屬於沙蟹科，又稱為斯氏沙蟹，俗稱幽靈蟹、鬼蟹、屎蟹、沙馬仔。眼柄長、眼球大、視力佳。牠的頭胸甲略呈長方形，螯足左右不等大，步腳長而有力，指端尖銳成蟹黑褐至黃棕色，在春夏時白天呈橘紅色，受到驚嚇會變成黑褐色，幼蟹則具有顆粒狀的斑點，在沙地上有很好的保護色。會吃其他的蟹類或岸邊的魚屍。



痕掌沙蟹（*Ocypode stimpsoni*）

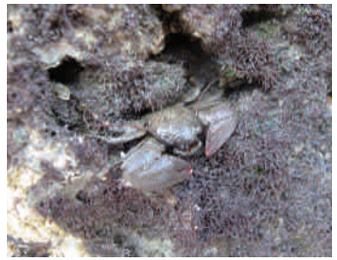
股窗蟹（*Scopimera* sp.） 屬於沙蟹科，俗稱噴沙蟹、搗米蟹。牠會利用螯足夾取泥沙，送到口器濾食，濾食過後的沙子會堆積成圓形的小沙丸(擬糞)。通常穴居於高潮線下方的沙灘上，洞口常有覓食剩下的擬糞成輻射狀排列。退潮後藻礁附近的沙灘上，可以由牠們製造的擬糞發現這種很可愛的小螃蟹。

股窗蟹的一種

股窗蟹覓食後所留下輻射狀排列的擬糞

無脊椎動物

日本岩瓷蟹（*Petrolisthes japonicus*）屬於瓷蟹科，牠的頭胸甲長約1公分，全身呈褐色、黑褐色或綠褐色，有時散佈著數百個微細的小點及稀疏的細毛，腹部乳白色，身體極為扁平，觸角長，螯腳寬且光滑。棲息在潮間帶的石頭底下，相當常見。



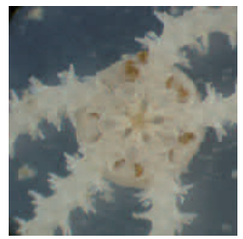
日本岩瓷蟹（*Petrolisthes japonicus*），會躲在岩石下面

無脊椎動物

棘皮動物

小雙鱗蛇尾（*Amphipholis squamata*）屬於棘皮動物陽燧足綱

棘皮動物包括海膽、海星、陽燧足及海參等動物。身體基本上呈五輻對稱，大多行底棲生活，行動緩慢，多數為雜食性，以海藻、附生動物、有機碎屑、沙泥表面的微生物為食。藻礁潮間帶僅發現小雙鱗蛇尾，花冠海燕以及一種海蔘。



小雙鱗蛇尾（*Amphipholis squamata*）為一種小型陽燧足，身體呈藍灰至灰白色，棲息於礫石之下或躲藏在礁石隙縫中，遇到危險會扭動牠們的腕足，迅速遁入岩縫中。

無脊椎動物

花冠海燕（*Asterina coronata*）屬於海燕科，是一種小型海星，身體小而扁，略呈星形，腕足短，通常有5隻，由身體中央至腕足尖端的輻長約2公分，末端鈍圓。反口面（背部）粗糙，大都呈灰棕色、黑褐色與紅褐色的雜斑，形成很好的保護色，有時可以見到全身為紅色的個體。肉食性，有同類相殘的現象。棲息於岩礁海岸潮池中的岩石底部，台灣北部海岸局部地區常見。

花冠海燕（*Asterina coronata*）的反口面（背面）

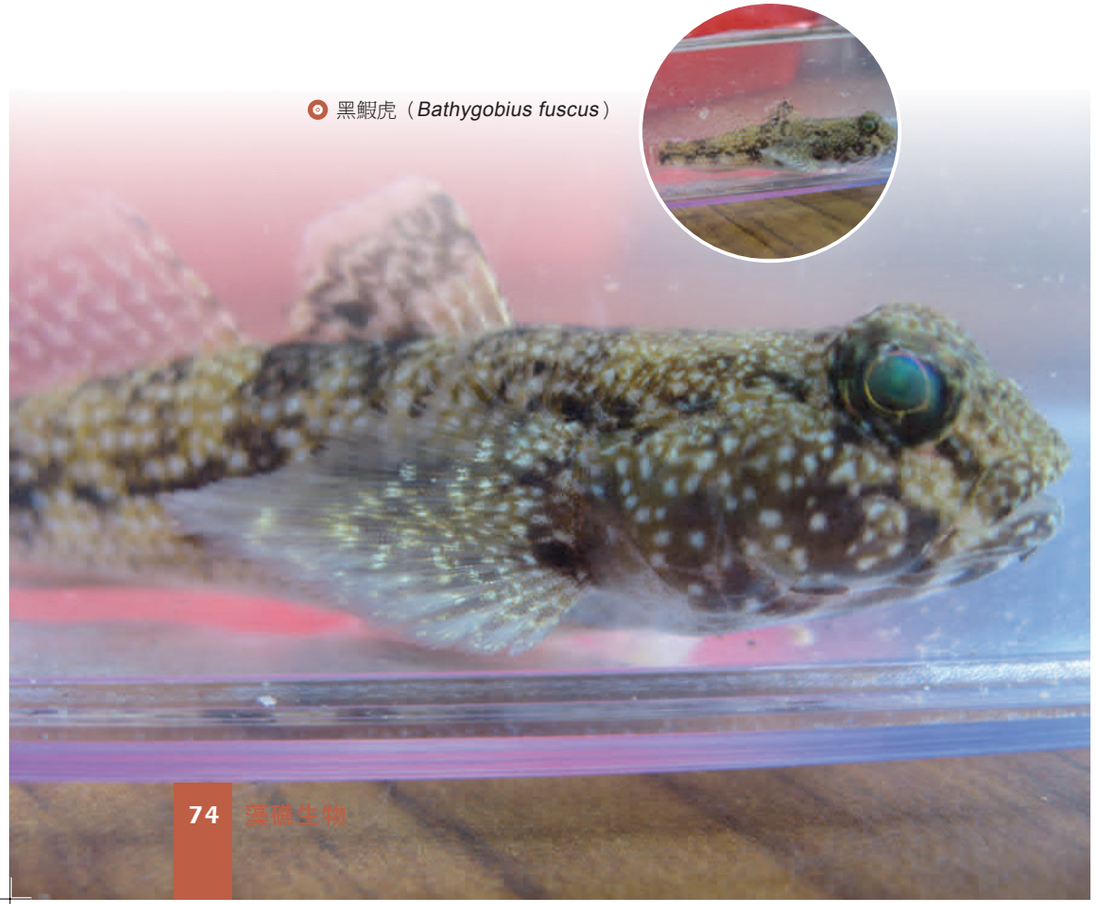
花冠海燕的口面

海參屬於棘皮動物門、海參綱，是大型的海洋無脊椎動物。身體呈圓筒形，有厚的體壁，皮膚中埋有許多微小的鈣質骨片。這種海參躲在岩縫中，以分枝狀的觸手捕捉水中的浮游生物或有機碎屑為食。

一種海參

3.3 魚類

潮間帶的潮池是許多魚類生殖、育幼、覓食和生長的場所，主因是潮間帶具有高生產力，能提供充足食物，而且幾乎不會有大型捕食者出現，是個相對安全的場所。生活在潮池中的魚類，大致可分為三種類型：（1）常住者，終生都以潮池為棲所；（2）短暫棲息者，通常只在生活史的初期，也就是幼魚期出現在潮池中；（3）偶而棲住者，只是因偶然的機會而出現在潮池中。其中，常住者往往有些特化的構造或特徵，以應付潮間帶波浪的衝擊。潮間帶魚類的體型通常也較小。



黑鰕虎（*Bathygobius fuscus*）

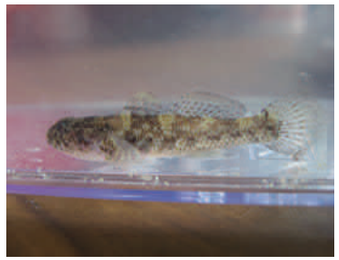
魚類

鰕虎科的魚類在觀音的潮池數量非常多，海水溫度較高的夏季及秋季更是豐富。牠們大多體型小，體長約5公分。鰕虎科魚類的兩枚腹鰭會癒合成吸盤狀，可以吸附在礁岩上，抵抗潮間帶潮來潮往強勁的水流，牠們也非常會利用藻礁的孔隙躲藏，並且尋找居住其中的小蝦小蟹或是藻類為食，是藻礁潮間帶很重要的生物。鰕魚類的種數至少有8種，其中以黑鰕虎（*Bathygobius fuscus*）數量最多，牠們多出現在中高潮位的潮池中。其他還包括：椰子深鰕虎、巴東深鰕虎、肩斑深鰕虎、紋縞鰕虎以及顏色特殊的康培氏銜鰕虎。

黑鰕虎（*Bathygobius fuscus*）俗稱狗甘仔、九萬，體長可達12公分，身體大都呈灰黑色，有些個體成橄欖褐色或灰白色，各鱗片有時具有一淡青色的細點，頭部具有許多灰黑色與白色的細點，背部具有3至4個灰黑色至淡褐色的班紋，側面具有1列大小不一的深色班紋。背鰭上緣呈黃色至白色，下方呈黑色，第2背鰭、胸鰭與尾鰭上具有許多淡色的細點，日行性，以各種小動物為主食。

椰子深鰕虎（*Bathygobius cocosensis*）俗稱深鰕虎、狗甘仔、九萬，體長可達8公分，胸鰭具有4枚游離的鰭條，且各具有2條分支，身體棕色，背部有7個顏色不均勻的橫斑，夾著6條較細的淺色橫紋，背鰭與尾鰭尚有白色及褐色的小點。第1背鰭下半部有一條黑色的縱線。日行性，棲息在岩礁海岸潮間帶沙泥底的潮池中，台灣各地偶而可見。

魚類



椰子深鰕虎（*Bathygobius cocosensis*）

巴東深鰕虎（*Bathygobius padangensis*）

巴東深鰕虎（*Bathygobius padangensis*）俗稱狗甘仔、九萬，體長可達10公分，全身除腹鰭外均呈棕色，體側有一些不明顯的雲斑，散佈許多白色細點，背鰭與尾鰭有一些白色及褐色的小點。胸鰭的基部有深藍色斑。日行性，棲息在岩礁海岸的潮間帶，以藻類及各種小動物為食，台灣各地偶而可見。

肩斑深鰕虎（*Bathygobius cyclopterus*）俗稱狗甘仔、九萬，體長可達8公分，顏色變明亮時在頭部到胸部前面，以及尾柄前面會有鞍狀白斑出現。棲息在岩礁海岸及河口附近的潮間帶，以藻類及各種小動物為食，台灣各地偶而可見。

肩斑深鰕虎（*Bathygobius cyclopterus*）

紋縞鰕虎（*Tridentiger trigonocephalus*），英文名稱Chameleon goby（變色龍鰕虎）。最大體長可達11公分，體側有兩條黑褐色縱帶。以甲殼類、多毛類、螺類和魚卵為食，棲息在河口或附近海岸，沙泥底質的海底。可以忍受鹽度及温度變化或污染的水質，廣泛分布於西太平洋海域。

康培氏銜鰕虎（*Istigobius campbelli*），俗稱狗甘仔、九萬，最大體長可達11公分，眼後到鰓蓋骨上方有一條黑褐色縱走線，鰓蓋上有四個藍色的點，棲息在岩礁區或沙泥底。分布於日本及東中國海域。

紋縞鰕虎（*Tridentiger trigonocephalus*）

康培氏銜鰕虎（*Istigobius campbelli*）

鰕科（Blenniidae）魚類也是潮池的常見魚類，在觀音海岸潮池有四種比較常見。其中，杜氏蛙鰕及條紋蛙鰕，都有特化的行為，可以在潮間帶從一個潮池跳躍到另一個潮池，被稱為礁區跳躍者。副鰕及斑點肩鰓鰕則在低潮帶的潮池中數量較多。

魚類

杜氏蛙鰕虎（*Istiblennius dussumieri*）體長可達12公分，眼上鬚有羽狀分支，雄魚頭頂有冠膜，身體黃棕色，頭頂有棕褐色和灰色的蠕蟲狀斑紋，通常棲息於河口紅樹林及珊瑚礁海岸的潮間帶至淺海，日行性，以藻類及浮游動物為食，台灣在北部、東北部、東部海岸、澎湖群島及恆春半島等地都可見。

杜氏蛙鰕的雄魚的頭部有冠膜

條紋蛙鰕虎（*Istiblennius lineatus*）又稱為線紋蹼鰕虎，眼上鬚及鼻鬚均呈掌狀分支。雄魚頭頂具冠膜，身體灰白色，鰓蓋上有一些黑色線紋。體側還具有7至8條縱黑線，但在身體的後側和上方較不規則，背鰭具有黑色的斜線，棲息在珊瑚礁海岸的潮間帶及岩礁平台，日行性，以藻類及浮游動物為主食，台灣在東北角、東部海岸及恆春半島偶而可見。

條紋蛙鰕虎（*Istiblennius lineatus*）

副鰕虎（*Parablennius yatabei*）又叫做八部副鰕虎，體型小，身體為淺褐色，體側散佈深褐色點，另有7至8條橫帶，喉部具有紋斑。主要棲息於潮池或潮間帶岩礁區，以藻類與有機碎屑為食。於夏季低潮位的潮池數量稍多，體長大都在4公分以內。

副鰕（*Parablennius yatabei*）

斑點肩鰓鰕虎（*Omobranchus punctatus*），最大體長9.5公分。雄魚頭部有3條暗帶環繞，眼前、眼後與鰓蓋各具一條；頸部兩側具黑斑；體側背部前有3~5條黑色縱線，隨後有深色橫帶；鰭皆為灰黑色，胸鰭基部有一大暗斑；雌魚與雄魚同，但體側縱紋不明顯，橫帶則很清晰。台灣分布於北部、澎湖及蘭嶼等海域，棲息於礁岩海岸的潮池。

斑點肩鰓鰕虎（*Omobranchus punctatus*）在低潮位的潮池中數量較多

魚類

雀鯛科較常見者為孟加拉雀鯛以及梭地雀鯛。孟加拉雀鯛（*Abudefduf bengalensis*）的身體呈卵圓形而側扁，體色為灰黃色或黃褐色，體側有6至7條黑色橫帶，其中第一條位於鰓蓋上方，較不明顯，第七條在尾柄上，也不太明顯；胸鰭基底上方有一小黑斑。屬較大型之雀鯛魚種，最大可達17公分。廣泛分布於印度-西太平洋區，台灣各地海域及離島的岩礁或珊瑚礁海岸均有分布。藻礁潮池內有時會有5公分以內的小魚。

孟加拉雀鯛（*Abudefduf bengalensis*）

梭地雀鯛（*Abudefduf sordidus*）

梭地雀鯛（*Abudefduf sordidus*）又稱為梭地豆娘魚，體長可達17公分，本區潮池所見都是5公分以內的小魚，身體灰色，體側有5條灰黑色的寬橫帶，背鰭前方與尾柄上方各有1黑斑。廣泛分布於印度-西太平洋海域，棲息於潮池至12公尺深的淺海中，以藻類及浮游動物為食，台灣的岩礁海岸及潮池中經常可見。

豆仔魚（*Liza* sp.）屬於鯔科（Mugilidae），俗稱豆仔魚、烏仔魚。體延長呈紡錘形，前部圓形而後部側扁。體背灰綠色，體側銀白色，腹部漸轉為白色。牠的幼魚常成群在岩礁海岸的潮池或河口附近覓食，刮食岩石上的藻類或有機碎屑。藻礁潮池可見的小魚，體長大約在5公分以內。

點帶石斑魚（*Epinephelus coioides*），俗稱石斑、過魚、紅花、紅點虎麻、紅斑。體形為長橢圓形，側扁而粗壯。頭部及體背側黃褐色，腹側淡白；頭部、體側及奇鰭散佈許多橘褐色或紅褐色小點；體側另具5條不顯著、不規則、斜的及腹側分叉的暗橫帶，第一條在背鰭硬棘前緣，最後一條在尾柄上。

豆仔魚（*Liza* sp.）

點帶石斑魚（*Epinephelus coioides*）

豆仔魚（*Liza* sp.）

魚類

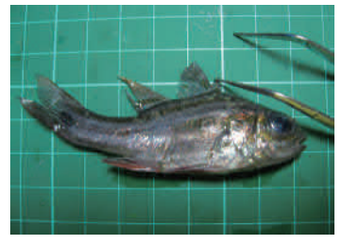
網紋石斑魚（*Epinephelus merra*），又稱為蜂巢石斑魚，俗稱石斑、過魚、白麻、碎米鱠或珠鱠。身體略呈長橢圓形，有些側扁。體長可達31公分，全身表面具有許多六角形的暗色斑紋，斑紋間成為淡色網紋，胸鰭具有許多黑色斑紋。棲息在珊瑚礁海岸的潮池至淺海中，日行性，以魚類、甲殼類及底棲動物為食。台灣在恆春半島及蘭嶼常見。小魚在藻礁潮池中偶而可見。

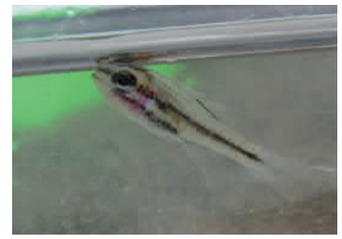
網紋石斑魚（*Epinephelus merra*）

玳瑁石斑魚（*Epinephelus quoyanus*），俗稱石斑、過魚、黑貓鱠、花鱠、深水鱠仔。身體呈長橢圓形，側扁而粗壯。頭部、體部及各鰭淡色，均有圓形至六角形暗斑密佈，斑間隔自成網狀圖案；腹部在胸鰭基部前方具2條暗色帶；胸鰭斑點不甚顯著。棲息於珊瑚礁區沿岸，幼魚會出現於潮池，以小魚及甲殼類等底棲動物為食。分布於西太平洋區，台灣各地都有分布。

玳瑁石斑魚（*Epinephelus merra*）

庫氏天竺鯛（*Apogon cookii*），俗稱大目側仔，最大體長約11公分。體長圓而側扁。頭大、嘴大、眼大。身體紅褐色至棕褐色，體側有不明顯的淡色縱帶，各鰭均呈半透明之紅棕色。棲息於礁石區及珊瑚礁區。白天停留在岩礁下方或洞穴內，以小型底棲無脊椎動物為食。廣泛分布於印度-太平洋岩礁海域，台灣各地均有分布。





庫氏天竺鯛（*Apogon cookii*）的成魚（約9 cm）和仔魚（約1 cm）

小海豬魚（*Halichoeres miniatus*）屬於隆頭魚科（Labridae），俗稱柳冷仔、小儒艮鯛。身體延長形，屬於小型隆頭魚，體色鮮豔，有斑駁的保護色，生性羞怯，常會鑽入砂中，不易觀察。日行性，以底棲生物為食，主要棲息於珊瑚礁海域。分布於西太平洋區。

小海豬魚（*Halichoeres miniatus*）

魚類

銀紋笛鯛（*Lutjanus argentimaculatus*），身體呈長橢圓形，背緣和腹緣圓鈍，背緣稍呈弧狀彎曲。體色呈一致之紅褐色至深褐色，幼魚之體側則有7~8條銀色橫帶，隨成長而消失。幼魚和稚魚棲息於河口或河川下游，成魚後則遷移至近海礁區，以魚類及甲殼類為食，為淺海養殖之主要笛鯛種類。台灣礁岩區之沙泥地均可見，以西南海域較多。

銀紋笛鯛（*Lutjanus argentimaculatus*）

黑星笛鯛（*Lutjanus russelli*），身體呈長橢圓形，背緣呈弧狀彎曲。體側褐色至紅褐色，腹部銀白；體側約有8條黃褐色縱帶，有時不明顯；體側在背鰭鰭條部下方具一大黑斑，黑斑2/3在側線上方。背、尾鰭紅褐色；腹、臀鰭黃色。成魚在沙地活動，肉食性，以魚類及甲殼類為食，體長可達45公分。台灣各地海域均有分布。藻礁潮池偶而可見小魚單獨出沒。

黑星笛鯛（*Lutjanus russelli*）

細鱗鯻（*Terapon jarbua*），又叫做花身雞魚，會發出咕咕聲。身體略呈長橢圓形，有些側扁，體表為銀色，背部顏色較深，腹部較淡，體表為銀色，背部顏色較深，腹部較淡，體側具有3條略向下彎的黑褐色縱帶，由背部往向看左右相連成長橢圓形，背鰭中部具有一個大黑斑。日行性，以小魚浮游或底棲的動物為食。台灣西部沿岸很常見，幼魚偶而會到潮池中。

斑點臭都魚（*Siganus canaliculatus*），屬於籃子魚科（Siganidae），俗名臭肚、象魚。體呈長橢圓形，側扁，背緣和腹緣呈弧形；身體由上方銀灰色，往下側漸成銀色，上側間雜藍色斑點，下側則雜以白色斑；頭部上方則為暗綠色；鰓蓋後上方有一污斑。雜食性，以藻類及小型無脊椎動物為食。魚鰭的鰭棘尖銳具毒腺，刺到會引起劇痛。會成群出現在岩礁海岸或河口，偶而會進到潮池內。魚肚有一種藻類的怪味，因此俗名”臭肚”。

斑點臭都魚（*Siganus canaliculatus*）

夏季的潮池中很容易看到花身雞魚成群悠游

4 藻礁保育

4.1 觀音藻礁現況
4.2 藻礁的變遷
4.3 藻礁面臨的威脅
4.4 藻礁保育對策

藻礁的前緣仍有許多殼狀珊瑚藻持續生長

4.1 藻礁的現況

桃園縣海岸的藻礁分布範圍，自大園鄉下海湖以南、至新屋鄉永安漁港之間的潮間帶，都有藻礁分布，總長約27公里，最大寬度達450公尺，最大厚度則有6公尺，而且在藻礁的前緣仍有許多殼狀珊瑚藻持續生長，維持一定的生產力。底棲生物的調查結果顯示，本區藻礁潮間帶仍具有相當高的生物多樣性和豐富度，雖然比珊瑚礁遜色一些，但是其生態功能與珊瑚礁相近，對於維持地區性的海洋資源甚為重要，應積極加以保護。尤其是藻礁的潮池，在春至秋季都有許多魚類及甲殼類動物分布，而且以小型個體為主，顯示該區藻礁是海洋生物重要的繁殖場和育幼場，在維護生物多樣性和培育海洋生物資源方面，具有關鍵性的地位。

亞潮帶調查結果顯示，目前調查區域海域水質非常混濁，底棲生物及柳珊瑚群體呈現受到環境壓迫的不健康狀態。

4.2 藻礁的變遷:

根據地質鑽探岩心標本的定年結果，桃園縣海岸藻礁發育的時間大約是從7600~7500年前開始發育，當時的海水面比現在高數公尺，陸上很少人為活動，水質和水溫等環境條件適宜，因此促成以石珊瑚為主的造礁生物大量生長和珊瑚礁的發育，如此歷經約三千年，建造了 其後在大約4500年前起，可能因海水濁度變高，珊瑚生長受到抑制，使得殼狀珊瑚藻成為礁體的主要建造者，逐漸轉變為藻礁發育。直到近代，由於環境變遷，藻礁的發育才減緩；近年來，更因海岸地區開發和污染，尤其是工業區的發展和陸源泥沙的注入，導致藻礁遭受更大衝擊。

4.3 藻礁面臨的威脅

桃園縣海岸藻礁面臨的威脅包括：棲地破壞、水質污染、沉積物堆積、漁業活動的破壞等。

(1) 棲地破壞

海岸地帶的工業區開發、填海造地及港口構築，都會破壞藻礁棲地。2000年間陸續開工的大潭發電廠、天然氣接收專用港及觀塘工業區，都直接在藻礁上施工，使得桃園縣大園至觀音鄉的藻礁海岸被切割得四分五裂，嚴重破壞藻礁棲地的完整性。台電大潭電廠的排水工程，更在垂直海岸方向建了二道堤防，不但直接切過藻礁，突出的堤防更改變沿岸海流，造成明顯的突堤效應，使得防波堤南方的海岸不斷侵蝕，北方海岸則出現泥沙淤積，改變海岸的藻礁生態。

(2) 水質污染

桃園縣人口密集，工商業發達，海岸藻礁分布範圍內有南崁溪、新街溪、老街溪、富林溪、樹林溪、大崛溪、觀音溪、小飯壢溪及新屋溪等河口注入，這些溪流攜帶大量來自都會區的污水和工業區的廢水，經年累月將污染物排入海中。這些污染物可能含有各種重金屬或有毒物質，它可能直接影響海洋生物的生理或經由食物鏈的傳遞而累積，導致有些生物死亡，或降低整體的基礎生產力，使藻礁生態趨於不平衡或不穩定狀態，對藻礁生態系帶來重大衝擊。在長期水質污染的影響之下，珊瑚藻及其中底棲生物的生存條件日益艱困，有很多生物因而死亡，其中，只生長在乾淨水域的石珊瑚可能是首當其衝的生物；珊瑚死亡之後的骨骼，可能被沖上岸邊，因此至今常可在海岸邊看到石珊瑚骨骼。即使是對沉積物和污染物耐受性較高的珊瑚藻，也僅有一些殘存下來，造礁功能和生態功能已大不如昔。

突提效應的泥沙漂移可能造成藻礁被覆蓋

(3) 沉積物堆積

沉積物的來源包括: 岩石或土壤的沖蝕物、空氣中沉降的落塵、生物的骨骼碎屑、人為活動產生的沉積物（如港口或航道濬挖、海底採礦等）。沉積物主要是經由河川注入海洋。如果河川沿岸的工業區或社區開發，未做好水土保持，則降雨時的沖蝕，會帶入大量泥沙至沿岸海域，對海洋生物造成危害。懸浮在水體中的固體物質，會減低光的穿透，使海洋植物的光合作用受到影響；也會阻塞海洋生物的呼吸或濾食器官，如生物無法呼吸或濾食。沉降下來的固體物，覆蓋在底棲生物表面，會造成其窒息死亡；或堵塞其濾食構造，使其無法攝食。沉積物也會使水體中的P/R比值（光合作用／呼吸作用比值）改變，長期的影響則會造成底棲群聚結構改變。近年來，藻礁附近海域的水質經常混濁，潛水調查時發現海底沉積物堆積甚厚，都顯示沉積物污染的現象很嚴重。

(4) 漁業活動的破壞

調查期間發現的藻礁區漁業活動包括：釣魚、採集海洋生物(主要為珠螺)、放置刺網等。其中，釣魚活動對生態的衝擊較小。生物採集過量會危及其族群繁衍；在礁區放置刺網，會傷害魚類資源，廢棄的魚網纏繞在礁體上，更會對底棲生物和魚類造成傷害。調查期間偶而可見漁民在礁區放置刺網，海底礁石上也有魚網纏繞，顯示不當漁法對藻礁生態的影響。

◎ 漁民在礁區放置刺網，會傷害魚類和藻礁

4.3 藻礁保育策略

由於藻礁環境的破壞主要是人為活動所造成，因此要保護或復育這個特殊的藻礁生態系，就要從設立保護區、海域污染防治、海岸活動規劃管理、海洋環境教育等著手。

(1) 設立藻礁自然保護區

桃園縣大園至觀音鄉海岸擁有台灣地區面積最大、發育最完整的藻礁，此藻礁自7500年前發育迄今，不但記錄了台灣西北部海岸變遷的歷史，至今仍具有活躍的生態功能，在培育海洋生物多樣性和漁業資源，以及維繫海域生態平衡方面，都佔有重要地位，具備劃設為海洋保護區的條件。

關於劃設藻礁保護區的方案，經過行政院農委會特有生物研究中心劉靜榆博士的積極推動，相關單位包括：農委會、環保署、營建署及桃園縣政府等都支持在觀音海岸劃設「藻礁保護區」，以永續保存此區珍貴的自然資產。初步擬議將觀音鄉至大園鄉的海岸一併列為保護區的範圍，保護標的包括藻礁海岸、潮間帶泥質灘地、紅樹林河口和防風林帶，整個範圍包括陸域和海域共5950公頃，其中，藻礁地形及生態的保護可能依據「文化資產保存法」，灘地和防風林保護則可能依據「野生動物保育法」。關於劃設「藻礁保護區」的資料蒐集、土地使用檢討和變更等相關業務已交由縣府辦理。

未來的首要之務是落實藻礁海岸自然保護區的經營和管理，使其發揮生態功能，成為名實相符的保護區。這將有賴地方政府和當地社區民眾的密切配合和共同參與，才可達成。

(2) 污染防治

海域環境污染是近年來藻礁生態系衰退的主要原因，而污染物質進入海域的主要通道是河口，因此針對保護區內各河口的排放水，應加強水質監測，追蹤其污染源，並且針對可能的污染源，輔導或限令其改善；長期則應設立污水處理廠，使家庭污水及工業廢水經適當處理之後，再排入海域；針對藻礁生長的環境需求，也可訂定更嚴格的排放水質標準。此外，對於沿海地區的土地開發，應加強水土保持措施，減少泥沙沉積物排入海中，或於沿岸廣植樹木，減少土壤流失或海岸侵蝕，使沿岸逐漸恢復清澈水質。

(3) 海岸活動規劃管理

關於藻礁保護區的海岸活動，應針對不同活動類型，加以妥善規劃，使其在適當時間和地點進行活動，例如: 釣魚和海岸觀察，為了減輕民眾踩踏藻礁的傷害，應在適當地點設立步道，規範民眾在適當地區進行活動。至於採集生物、佈放刺網及沿岸淺海的拖網等漁業行為，則應加以禁止。

(4) 推展海洋環境教育

藻礁豐富的生態資源適合進行各項教育活動，透過適當的環境教育活動規劃，可使民眾瞭解珍貴的藻礁生態，體認藻礁的美麗和生態價值，進而認識海洋，培養親海和愛海的情操。也可經由藻礁形成歷史和環境變遷的解說，使民眾瞭解桃園和台灣海岸環境的變遷，建立民眾保護生態和海洋的環境意識。

藻礁是許多民眾釣魚的場所

结語

2007年初，台灣中油股份有限公司大潭天然氣海底管線工程切割部分藻礁的事件，引起環保團體關切，自此桃園縣觀音鄉海岸的藻礁才開始受到社會各界的廣泛重視；而當時各界對藻礁的認知，大多基於1998年我們在觀音海岸所做的初步調查。在該十年前的調查報告中，我們僅披露了藻礁的一些表面特徵，指出它並非文獻中所稱的珊瑚礁，然而對於它的形成歷史和生態價值所知仍非常有限。

台灣中油公司為了展現關懷環境的誠意，在潘董事長的熱情邀請和充分支持，並且經由亞太環境科技股份有限公司的行政支援之下，我們團隊在一年餘的時間裡，透過精心設計的取樣調查和許多人的努力合作，終於把藻礁的形成歷史和生態價值展現出來。本手冊擷取部分的研究成果，呈現藻礁的過去和現在，並且展望未來；期待在眾人的關愛之下，觀音海岸的千年藻礁得以延續生機，更多珍貴的自然資產得以保留下來。

參考書籍及網頁

http://fishdb.sinica.edu.tw/ 台灣魚類資料庫

http://www.paleoweb.net/algae/ 化石珊瑚藻的網頁

http://www.bcb.uwc.ac.za/clines/ 化石珊瑚藻的網頁

Chen, Y.-G. and Liu, T.-K.（2000）Holocene uplift and subsidence along an active tectonic margin southwestern Taiwan. Quaternary Science Reviews, 19: 923- 930.

McLaughlin, P. A., Rahayu, D. L., Komai, T. and Chen, T. Y.（1997）, 台灣寄居蟹類誌, 國立台灣海洋大學, 365頁。

Zong, Y.（2004）Mid-Holocene sea-level highstand along the Southeast Coast of China. Quaternary International, 117: 55– 67.

王士偉、戴昌鳳、謝凱旋（2008）桃園地區全新世礁灰岩之地質調查。第5屆台灣地層研討會（2008.09.24. 經濟部中央地質調查所）論文集，第150頁。

李榮祥（2001），台灣賞蟹情報，大樹文化，174頁。

林朝棨（1963）台灣之第四紀（上）。台灣文獻，14（1）：1-53。

邵廣昭、陳正平、沈世傑（1993），墾丁國家公園海域魚類圖鑑，內政部營建署墾丁國家公園管理處，427頁。

洪明仕（1997），竹塹海濱生物，新竹市立文化中心，160頁。

梁象秋、方紀祖、楊和荃（1998），水生生物學-型態與分類，水產出版社，689頁。

陳育賢（2001），海岸生物（一）- 台灣潮間帶生物 700 種（一），渡假出版社，279 頁。

陳育賢（2001），海岸生物（二）- 台灣潮間帶生物 700 種（二），渡假出版社，279 頁。

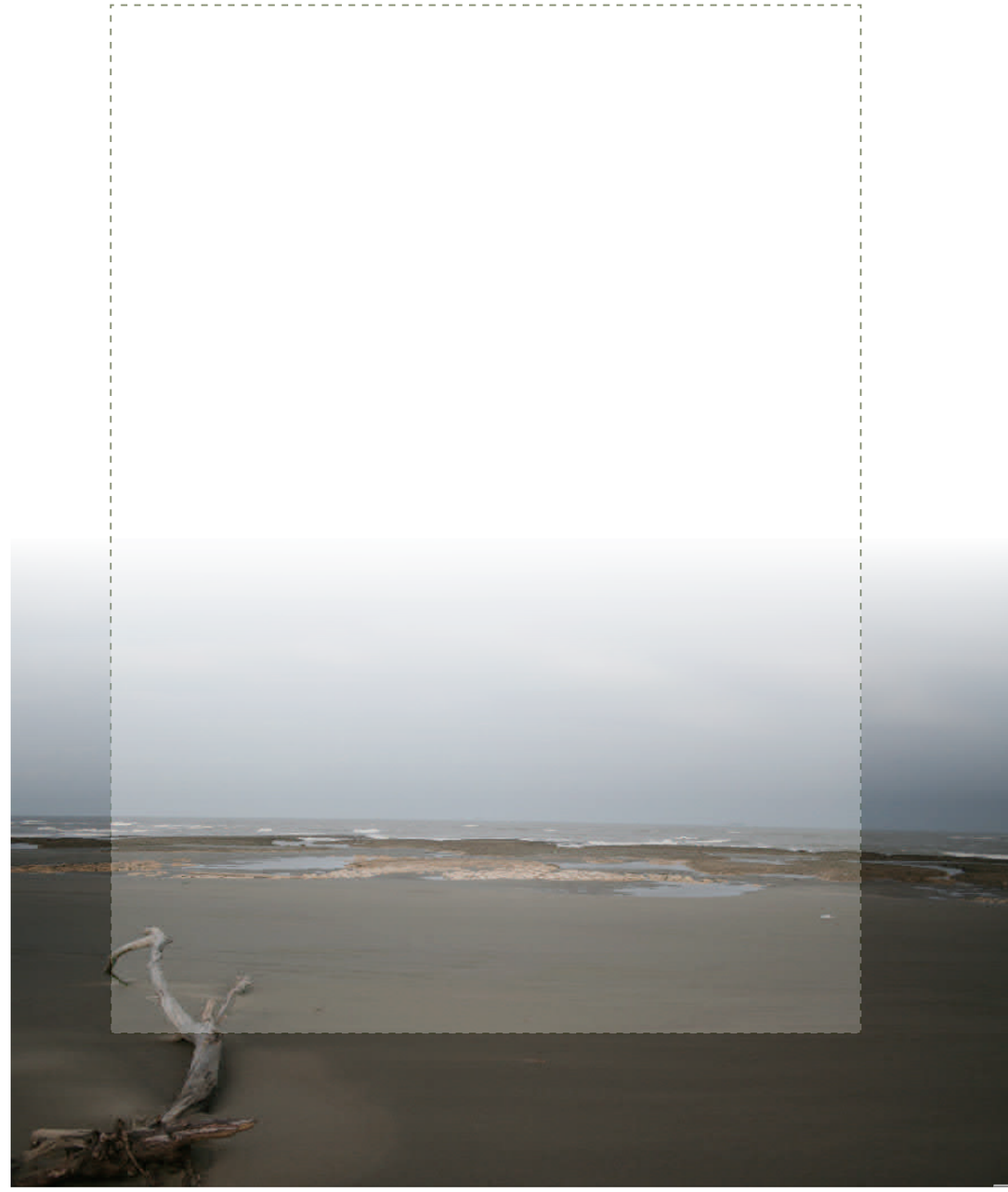
陳培源（1953）臺灣西部之重砂礦床。台灣省地質調查所彙刊，4：21-50。

奧谷喬司（1997），珊瑚礁的生物，美工圖書社，308頁。

賴景陽（1988），貝類，渡假出版社，199頁。

賴景陽（1998），貝類（二），渡假出版社，196頁。

賴景陽（2005），台灣貝類圖鑑，貓頭鷹出版，384頁。



桃園觀音藻礁
生態解說手冊

出版 台灣中油股份有限公司液化天然氣工程處

地址 台中縣梧棲鎮草湳里南堤路2段88號

發行人 潘文炎

策劃 傅登雄、陳俊明

執行單位 亞太環境科技股份有限公司

作者 戴昌鳳、王士偉、張睿昇、鄭安怡

攝影 戴昌鳳、王士偉、張睿昇、鄭安怡

美編 陳欣怡

繪圖 陳欣怡、鄭安怡

封面設計 陳欣怡

印製 尚意廣告事業有限公司

初版日期 中華民國98年1月

ISBN 978-986-01-7426-7

國家圖書館出版品預行編目資料

桃園觀音藻礁生態解說手冊 / 戴昌鳳等作. -- 初版. -- 台中縣梧棲鎮：台灣中油液化天然氣工程處, 民98.01

面；公分

ISBN 978-986-01-7426-7(平裝)

1.海洋解說 2.藻類 3.石灰岩 4.自然保育 5.解說 6.手冊

366.981026 97025769