

# 生物 即時LINE

No.3

Biology News Follow me

Biology News  
Follow me!



找礁!

# 藻礁!

找一藻，礁在哪？

- 02 藻礁是什麼？
- 04 哪裡可以看到藻礁？
- 06 臺灣的藻礁何時開始形成？
- 07 藻礁的重要性
- 09 藻礁面臨什麼危機？
- 12 必要之開發可以用「生態補償」及「棲地復育」方式進行挽救嗎？
- 13 大潭藻礁海岸與天然氣接受站，誰不可取代？
- 14 學習單



96342003-27

找礁!

# 藻礁!

找一藻，礁在哪？

特有生物研究保育中心副研究員 劉靜榆博士

珊瑚藻廣泛分布在海洋中，是會鈣化的藻類與礁體建構者，但在全世界海域，以珊瑚藻建造而成的大型生物礁並不常見，在臺灣的桃園卻有 27 公里是藻礁海岸。令人好奇的是，臺灣本島 1139 公里的海岸線，再加上離島，總長超過 1600 公里，為什麼藻礁只分布在桃園呢？什麼特殊的環境條件讓藻礁形成？藻礁何時開始形成？藻礁之重要性如何？藻礁面臨什麼危機？

## 一、藻礁是什麼？

### • 區分礁岩上長藻類和藻類變岩礁的不同

臺灣的海岸線通常概分為西岸的沙泥灘與東岸的礁岩，為什麼常會把礁岩兩字放在一起呢？礁和岩有什麼差別呢？

所謂的「礁」是生物將海裡面的鈣吸收後逐漸累積形成的，而這些生物必須附著在岩石上面，所以有岩石當基座才會有礁形成，岩石不會增長，但是礁會因為生物每年的累積而變大、變厚。

長在海裡面的大型藻類有紅藻、綠藻和褐藻，這些海藻可以分成兩大群，一群是僅含膠質或纖維質，生長過後不會留下鈣的「不造礁藻」，另外一群是可以將海裡面的鈣吸收，於生長過程中累積成礁的「造礁藻」。

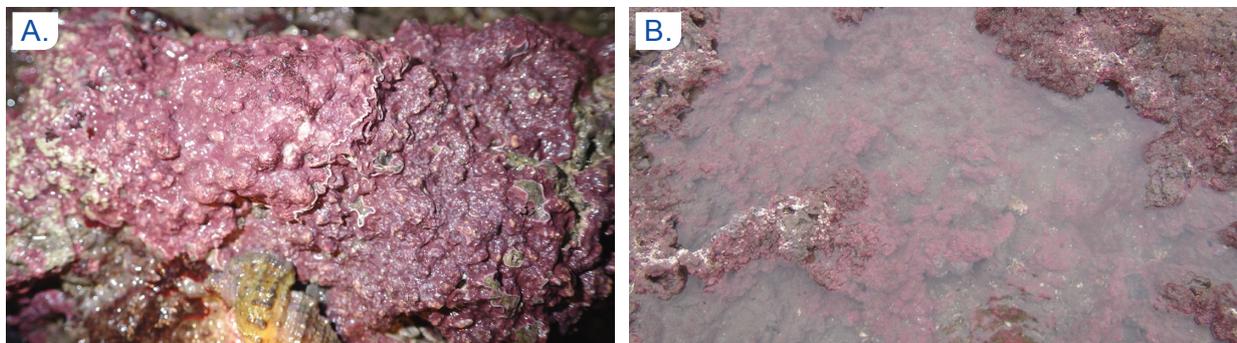
因此，不造礁的藻類長在岩石上，不會使礁體增長，就不是藻礁。例如北海岸的老梅石槽，因綠藻類的石蓴於冬、春季繁生，而形成整片綠色藻類附著於岩石上的景象，但石蓴並不會讓礁體增長，每年生長季過後就可以看到下面岩層裸露出來，所以正確的說法應是「礁岩上長藻類」（圖一）。

由可以吸收海裡面鈣質的藻類建造，且可每年增長的礁，才叫作「藻礁」。這些可以累積鈣質的藻類中，以紅藻門（Rhodophyta）珊瑚藻科（Corallinaceae）的種類為造礁主要物種。觀察珊瑚藻外觀，有的種類會有分節現象，有的種類則無，前者稱為有節珊瑚藻（articulated corallines），其鈣化組織有時會因為海浪衝擊而斷裂，只能留下石灰質，膠結能

力弱。外觀無分節構造者，稱為無節珊瑚藻（non-articulated corallines），其外型是薄薄一片，可以長在岩石上面，形成一個殼狀，也稱為殼狀珊瑚藻（crustose coralline algae）（圖二），這些生長於礁石表面的藻類不僅耐風浪，還可以堆積碳酸鈣，彼此產生膠結，是海洋中主要的造礁生物之一，所建造的礁體與岩層相比孔隙較多。



▲ 圖一、A. 新北市老梅石槽附著綠藻類的石蓴，但石蓴並不造礁，因此礁體不會增長。B. 每年生長季過後藻類死亡，可以看到岩層露出。



▲ 圖二、A. 紅藻門的殼狀珊瑚藻將海洋裡面的鈣累積在體內，形成固態的碳酸鈣。B. 殼狀珊瑚藻還可以膠結礫石或石灰碎屑，累積成大型生物礁。

### ● 區分藻礁和珊瑚礁的不同

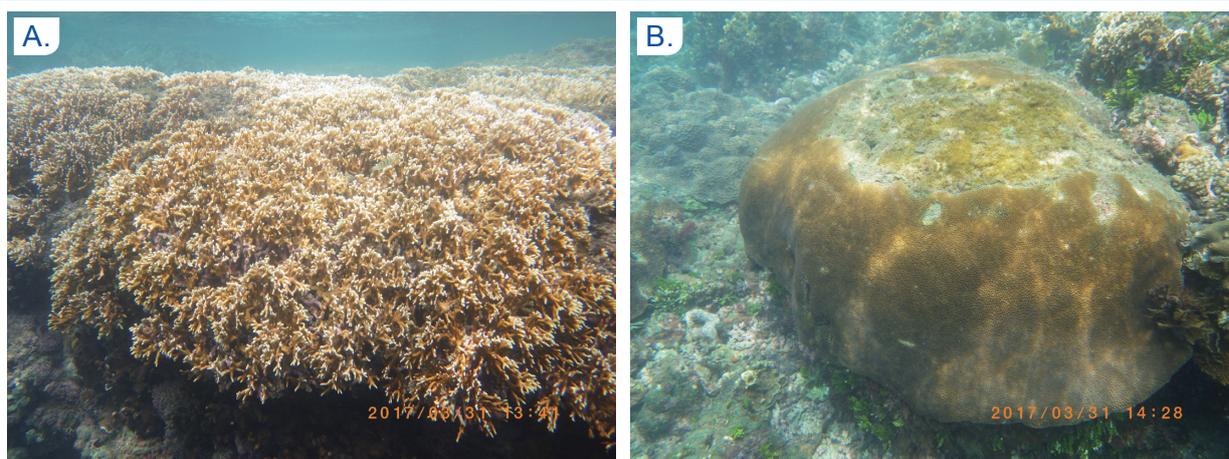
會吸收並累積海裡鈣質的生物很多，由珊瑚累積的礁就叫珊瑚礁；由牡蠣累積的礁就叫牡蠣礁；有些管蟲會吸收鈣質作為棲息管，累積很多時就成為管蟲礁；由鈣化珊瑚藻逐漸堆積所形成的礁，就叫藻礁。各種生物所造的礁都稱為「生物礁」，目前全世界分布面積最廣的就是珊瑚礁。

珊瑚也可以分成兩大群，一群是生長過後不會留下鈣的「不造礁珊瑚」，另外一群是可以於生長過程中將海裡面的鈣累積成礁的「造礁珊瑚」。造礁珊瑚與體內共生的微小單細胞藻類經由一系列複雜的生理過程，使碳酸鹽和鈣離子結合，形成固態的碳酸鈣骨骼，經由日積月累的堆積形成珊瑚礁。珊瑚的生長速率十分緩慢，視種類而異，多數種類每年大約僅增

## 4 找礁！藻礁！找一藻，礁在哪？

長 1 公分左右。而造礁藻同樣以類似的原理，將海水中游離的鈣固定在細胞壁中，生長過程留下石灰質，有些扁平狀生長的造礁藻類不僅可以沉積碳酸鈣，還可不斷的膠結，進而建造大型的礁體。

造礁珊瑚與造礁藻都需生長在通氣良好的有氧海域，陽光足以穿透，才有足夠的光可進行光合作用。而造礁珊瑚是由珊瑚蟲和共生藻合作，把海裡的鈣吸收形成骨骼，然而大多數共生藻對於生長的海域很挑剔，海水不夠清澈，溫度、鹽度變化太過劇烈，就會離開珊瑚，造成珊瑚白化，若時間太久，環境沒有恢復，共生藻不回來，珊瑚就會死亡。一般造礁珊瑚只能生長在溫暖的熱帶海域，最低溫不低於 18°C，平均溫度介於 23°C 與 25°C 之間。在鹽度會因淡水排入而降低的區域、豪雨會將海水鹽度降低之近海面處、過於強烈海流與湧浪之大浪帶，皆有可能使造礁珊瑚死亡。相對之下造礁藻的耐受度較高，只要可以行光合作用，海水中沙子太多、溫度忽高忽低、海水鹽度時濃時淡，都能忍，所以當珊瑚活不了，就會變成殼狀珊瑚藻優勢。



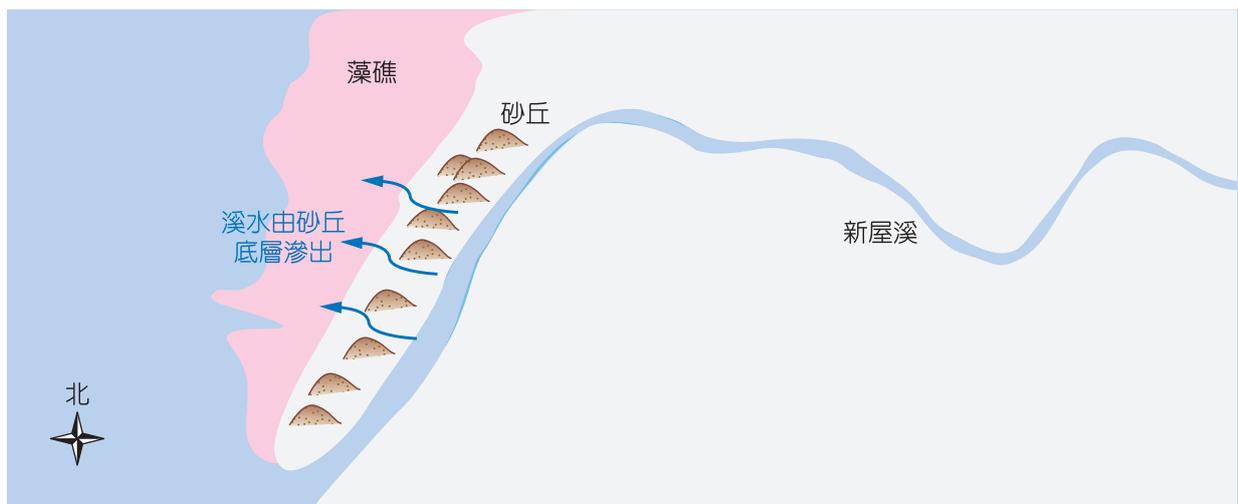
▲ 圖三、A. 造礁珊瑚生長在鹽度穩定且陽光可照射的溫暖海面下，以碳酸鈣骨骼形成礁體。B. 造礁珊瑚是由珊瑚蟲和共生藻合作，把海裡的鈣吸收形成骨骼，質地較藻礁密實。

### 二、哪裡可以看到藻礁？

#### ● 形成藻礁的環境條件

殼狀珊瑚藻並非罕見的海藻，在人工海水養殖的水族缸裡經常可見，也可以在大部分的礁岩海岸發現，然而要達到形成礁體厚度的標準卻不容易。藻礁形成的首要條件為——堅硬的岩石底盤，另外海中的含沙量是個關鍵因素。在沒有大河川的海岸，含沙量低且海水清澈，如果有岩石讓生物附著，珊瑚就可以迅速增長，進而變成珊瑚礁海岸；若含沙量太高，細小的沙泥會被水流帶動，藻類就沒有辦法附著生長，例如新竹的新豐以南都是典型的沙灘，沒有辦法形成藻礁地形，因此可造藻礁的海岸，條件須搭配的非常完美。

想像一個天然海岸，海浪帶著沙來到了潮水的盡頭，沙會累積在高潮線，形成一座座天然的沙丘。附近地區要排入海中的溪水，因為沙丘的阻隔，必須要轉個彎才能出海，許多溪水不想流這麼遠，就迫不及待的從沙丘下滲流出海，溪水經過沙丘的過濾，到達藻礁海岸時，已經是清澈無泥。當然溪流規模不能太大，否則水流過強，就無法慢慢滲流；浪也不能太大，不然薄薄的珊瑚藻無法有效累積（圖四）。



▲ 圖四、桃園觀音區許多溪流在入海前碰到大大小小的沙丘，只能轉折 90 度往南出海，由沙丘下滲流而出的水較為清澈，剛好非常適合藻礁生長。

#### ● 藻礁分布之位置及範圍為什麼只在桃園呢？

如此多因素配合才能造藻礁，要有硬底質，含沙量又要不多不少，才適合珊瑚藻生長，攤開地圖看看臺灣符合這些條件的地方有哪些？就是桃園而已！北海岸的西側勉強符合這個條件，但那裏的珊瑚較優勢，比例大約占 7 成，北海岸的東側往東北角一路下到臺灣的東海岸，珊瑚的比例更是高達 9 成。

桃園位在臺灣的西海岸，有著發達的沙丘地形，導致海中的含沙量偏高，原本是不可能累積成任何種類的生物礁，但桃園其實原本有一條大型河川，叫作古石門溪，在 3 萬年前，溪水突然改道往北走，匯入了淡水河，造成桃園海岸只剩下小的溪流，當時古石門溪還將上游許多大石頭帶到海岸，形成硬的底質，因此提供殼狀珊瑚藻生長的基本要件。

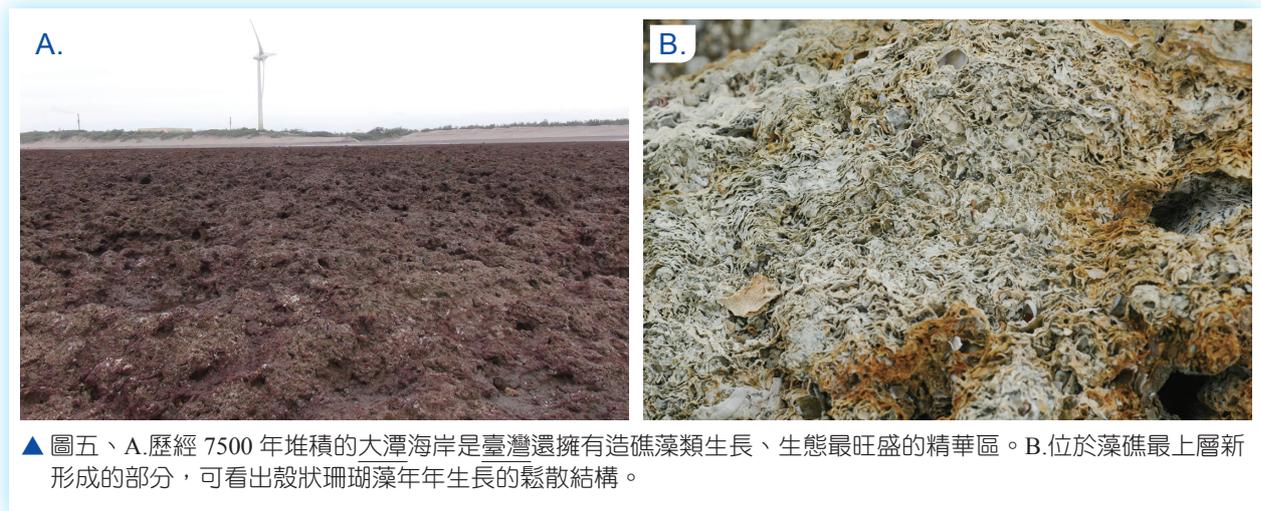
桃園海岸的藻礁以高純度紅藻門的殼狀珊瑚藻為主體，從一些施工過程所挖掘出來的礁塊以及鑽探結果，確認這種大規模藻礁累計長度約有 27 公里，礁體厚度 4~6 公尺，其造礁方式及規模形成世界上絕無僅有的藻礁生態系。而桃園潮間帶的藻礁向內陸延伸至沙丘下方，臺灣大學的研究更指出礁體最遠由岸邊往外海延伸可達 5 公里。

### 三、臺灣的藻礁何時開始形成？

#### ●藻礁之形成年代

在一層一層的藻礁中，偶可看到夾雜著珊瑚，即使純藻類膠結的部分，也是有些鬆散，有些緊密，若由剖面來研究海岸變遷或是氣候變遷，都是極為寶貴的證據，在演化史上亦有其意義。而且藻礁在桃園 觀音、新屋海岸的發育過程，更是探討海水面相對變動的最佳地質紀錄，所以這裡的藻礁發育到底有多久？也一直是我們很好奇的事。地質學者透過測量動植物組織中碳十四同位素存在的量，利用碳十四會因衰變而減少的原理，配合已知年代的資料進行定年，來推測桃園海岸生物礁的生長時間。

約 20 年前，臺北市立教育大學的許民陽教授在觀音海水浴場西南側約 500 公尺的沙灘外緣採得管孔珊瑚（*Goniopora* spp.）化石的樣本，將其送往國立臺灣大學地質系之碳十四定年實驗室分析，所得年代為距今 5370 年。之後，自然科學博物館王士偉博士也曾分析北海岸生物礁的形成時間，顯示為距今約 4400~5200 年；2008 年初王博士於桃園海岸特別挑選珊瑚礁與藻礁交會處進行岩心鑽探，選出 15 件樣本分析，定年結果得知最久距今 7540 年。翌年，許教授又在觀音海水浴場附近及新屋溪口北側海岸採得 12 個樣本分析，結果顯示新屋溪口的藻礁剖面底部最早年代為距今  $6240 \pm 50$  年，與在觀音海岸內陸沙丘層下方的珊瑚礁層年代相近（距今  $6180 \sim 5160 \pm 40$  年），新屋溪口礁層頂部的藻礁形成年代為  $2350 \pm 50$  年，中段的珊瑚及藻礁年代大約在距今  $4471 \pm 40$  年。綜合上述，大約 8000 年前冰河融化，海面上升，剛開始長了不少珊瑚，但後來淡水河流到海裡面的沙愈來愈多，這些沙也漂到桃園地區，直到 4500 年前，珊瑚生長的狀況愈來愈差，就變成殼狀珊瑚藻的天下（圖五）。



#### ●藻礁的造礁速率

藻礁的造礁速率到底有多快？這是很多人都想要知道的，然而速率的計算非常困難，若礁體有被侵蝕的狀況，就更沒有辦法準確估計，所以只能依據現有的資料粗估。國外文獻提

到地中海的礁體發育速率為每年 0.67 毫米 (0.67 mm/yr)，而王士偉博士則將桃園採得礁體之最頂部設為基準年代 0 BP (Before Present)，基準年代相當於 1950 年，假設桃園海岸生物礁的向上增積速率穩定，利用礁體厚度與定年資料，計算礁體的向上增長速率為 0.24~1.21 mm/yr，這樣的造礁速率顯然比珊瑚礁慢很多。

野外觀察現生珊瑚藻，在生長末期可以看到藻體周圍逐漸鈣化成白色，每層殼狀珊瑚藻鈣化的厚度為 0.1 公分以下，若水質狀況不佳，殼狀珊瑚藻覆蓋率低，或鈣化後被波浪及其他生物作用所消耗，就僅剩一半或更少。雖然珊瑚藻在強浪下仍可生存，但造礁速率因此變得很慢，所以富貴角向東延伸至東北角還有少許藻類造礁，但波浪強度太大的海岸，例如老梅石槽，要累積足夠的殼狀珊瑚藻來建造大面積藻礁，機會不大。

#### 四、藻礁的重要性

##### ● 海洋生物的公寓 + 固定 CO<sub>2</sub> 的好幫手

藻礁在桃園海岸累積了約有 4 公尺的厚度，一層一層薄片堆疊的礁體，有些並沒有完全緊密貼緊，而是留下了很多大小不一的孔洞，這些洞就提供了各式各樣生物棲息的空間，比較大的動物住不下小洞，直接在鬆脆的藻礁上面挖大洞，大大小小的空間使整個藻礁就像一棟公寓，而這個公寓是蓋在沙灘上，原本沙灘的生物種類會比礁岩海岸的生物種類少很多，但在桃園因為有這樣的礁沙混合的生態系，所以生物的多樣性比其他的西海岸高了好幾倍。多數在沙岸生活的魚類，在幼生階段需要有躲藏的地方，以免被吃掉，還有一些原本生活在藻礁區的魚類，也會在春、夏季大量孵化繁生，這時在大大小小的潮池中，就會擠滿各種 1~2 公分的小魚。對抱卵母蟹而言，這些垂手可得的的食物就像天上掉下來的禮物。

看看這些短漿蟹，左蟹一夾就是一隻，右蟹再夾又是一隻，還有小魚游過來，趕快把魚頭咬下來，先暫時塞在肚子下面，空出一隻蟹再夾一隻。在這裡我們不用帶面鏡、咬呼吸管潛水，就可以看到大隻的錢鰻游到高潮線來吃螃蟹，也可以看到章魚穿梭在藻礁的縫隙中，尋找貝殼或是小螃蟹。行動緩慢的海星，靠著保護色貼在礁石上。還有擁有一對紅色眼睛的兇猛酋婦蟹，是藻礁區的特色物種，牠孔武有力，所經之處只要有想吃的，都葷素不拘（圖六）。還有海綿，只是不像卡通裡面的海綿寶寶可以活蹦亂跳，它們靜靜地生長在礁石的角落。

整個食物鏈看似殘忍，卻是生生不息，一直繁衍，而在藻礁周邊的水域，也是海洋生物生息繁衍的重要棲地。所以說藻礁不但是一個生物多樣性很高的地方，也是一個永續的食物庫，可以提供源源不絕的食物，因為大魚吃小魚，小魚吃小蝦，小蝦吃浮游，只要這棟公寓沒有被破壞，這裡的生態系正常運作，就可以源源不絕提供人類所需要的魚蝦蟹貝、藻類等食物。近年來漁獲急遽減少的原因除過度捕撈外，也和近岸潮間帶生物礁被破壞有關。



▲ 圖六、藻礁區的四大代表物種。A.擁有一對紅色眼睛的兇猛酋婦蟹。B.穿梭在藻礁中的章魚。C. 疏斑裸胸鯨為食物鏈頂端大型掠食者。D.貼在藻礁上行動緩慢的海星。

2017年7月10日由中央研究院生物多樣性研究中心陳昭倫博士與本人合作，以「北臺灣史無前例的藻礁值得最優先的保育」(Unprecedented calcareous algal reefs in northern Taiwan merit a high conservation priority)一文，投稿至國際生物礁研究權威雜誌珊瑚礁(Coral Reefs)，於8月28日正式接受發表，桃園大潭藻礁為世界級自然遺產的科學事實已無庸置疑。單從人類福祉思考，桃園藻礁是一個永續食物庫，放眼生物多樣性的觀點，在那裡有著無數的生命，許多還未被命名的造礁藻類、章魚，還有瀕臨絕種的保育類動物——柴山多杯孔珊瑚(*Polycyanthus chiashanensis*)。

又因為藻礁是大量的藻類生長所累積出來的礁體，在這些藻類生長的過程中，可以吸收許多二氧化碳，並固定在礁體中，因此藻礁在降低大氣中二氧化碳濃度上也扮演著非常重要的角色。

#### ● 海岸防護——消減波浪能量

多孔隙的礁體不但有利於生態，對於消減波浪能量也有極大的貢獻。沒有防波堤或消波塊的自然海岸，海浪夾雜著沙粒，來到最高潮線，因為能量已經消滅，沙粒就會留在高潮線，再經由風的堆積，形成自然沙丘。

反觀布滿防波堤或大大小小消波塊的海岸，消波塊會因海浪撞擊堅硬物體的反射作用而向下淘蝕，而使底層沙層流失，海水中夾雜的沙粒無法留在高灘地，就沒有辦法形成沙丘，海岸的重要防線就如此破壞了。甚至一段時日之後，看似龐大的消波塊會下陷，或是被大浪吞噬捲走，每年得花大錢重新拋消波塊，即使是長條狀的防波堤也會因為堤腳淘空而崩毀。更慘的是，淘起的沙粒順著退潮鋪在藻礁上，使現生的珊瑚藻無法行光合作用，新生的珊瑚藻無法附著，藻礁無法順利增長，就需要投放更多的消波塊來保護這片海岸。

桃園藻礁海岸分布的寬度約 2~5 公里，正常海浪經過如此長距離的消能，到岸邊時已不具破壞力，比起水泥消波塊的平滑構面，消能效果更佳。而且藻礁是一體成型，大面積膠結，因此不會像消波塊一顆顆，隨著浪滾到外海或沉入沙中，所以藻礁可是暴潮消能的最佳利器，每年可以為國家省下許多的海岸防護工程經費。

#### ● 國防安全——避免敵方軍艦長驅直入

藻礁在國防上更是扮演著奇特的角色，礁體最遠可往外海延伸五公里的距離（如：白玉藻礁南邊至大潭藻礁區塊）。桃園藻礁延伸出去到外海，就是暗礁，是敵方大型軍艦無法直接靠岸的最佳屏障。

## 五、藻礁面臨什麼危機？

#### ● 化學性破壞——工業汙染

觀音海岸居民大多屬客家族群，新屋海岸原是平埔族及泉州人先後開墾，後因客家移民日增，也成為客家鄉鎮，永安漁港成為臺灣唯一以客家籍為主體的漁港。50 多年前由於石門水庫的興建，政府將原居住在桃園大溪鎮阿姆坪的居民分批遷村，自 1956 年起於觀音海岸的草漯、樹林子、大潭及大園海岸的圳股頭至茄冬坑一帶陸續設置幾個移民新村。他們從山上來到陌生的海邊建立家園，歷經數年胼手胝足的開墾，終於在荒地種出作物，也逐漸適應海岸生活，農閒時到藻礁區採海菜、撿珠螺，這裡的海岸曾經有「魚米之鄉」美譽。

但是我們並沒有珍惜這一個上天賜給我們的食物庫，自 1973 年化工廠在海邊紛紛設立後，因製程的塑膠安定劑中含有鎘、鉛等重金屬，卻長期排放廢水至海中，直到 1978 年才被臺灣省水汙染防治所檢驗出含有重金屬，但大潭居民已陸續發病（痛痛病），也確認為地下水含有劇毒—鎘所致。觀音大潭一夕之間從天堂變成地獄，所有農漁獲乏人問津，1982 年正式休耕。由於這些化工廠的鎘汙染，無法生產的土地就像被判了死刑，魚米之鄉從此踏上工業汙染的不歸路。因此就順勢在桃園海岸又設立了大園工業區、觀音工業區等。觀音工業區由於汙水處理廠距藻礁海岸僅約 800 公尺，現存的礁體上，甚難找到生長中的珊瑚藻（圖七）。而新街溪、老街溪兩溪流經大園工業區，溪水夾帶著汙染物排入海中。桃園藻礁海岸目前尚存觀音大堀溪口以南至新屋永安漁港間的藻礁仍在發育中，其中又以大潭藻礁發育最好。

總之，在桃園海岸設立大園工業區、觀音工業區大約 40 年來，因為工廠將有毒的廢水排到海裡面，讓海洋的生物大量死亡。工業汙染在這一段時間把桃園海岸 75% 的藻礁生態都摧毀，現在只剩下桃園大潭週邊不到 10 公里的海岸還有存活的藻礁生態系。



▲ 圖七、A. 觀音工業區汙水處理廠綜合 500 家的廢水距藻礁海岸僅 800 公尺。B. 處理完的排放水像墨汁一樣黑，空氣飄散著令人噁心想吐的氣味。

## ● 物理性破壞——挖填之痛

南桃園從白玉、大潭到新屋一帶的藻礁因為離大園、觀音工業區較遠，而相對較為健康，卻面臨大潭開發案帶來的生存威脅。

根據之前資料推估，位於觀音塘尾的藻礁海岸，應該是臺灣面積最大的藻礁。臺灣電力公司為提高天然氣發電比例，規劃興建燃氣電廠，而東鼎液化瓦斯公司看中這龐大市場，向經濟部申請觀塘工業區開發案，並開闢觀塘港，2000 年有條件通過東鼎觀塘工業區開發案，自此藻礁海岸就在挖填之間被破壞殆盡。

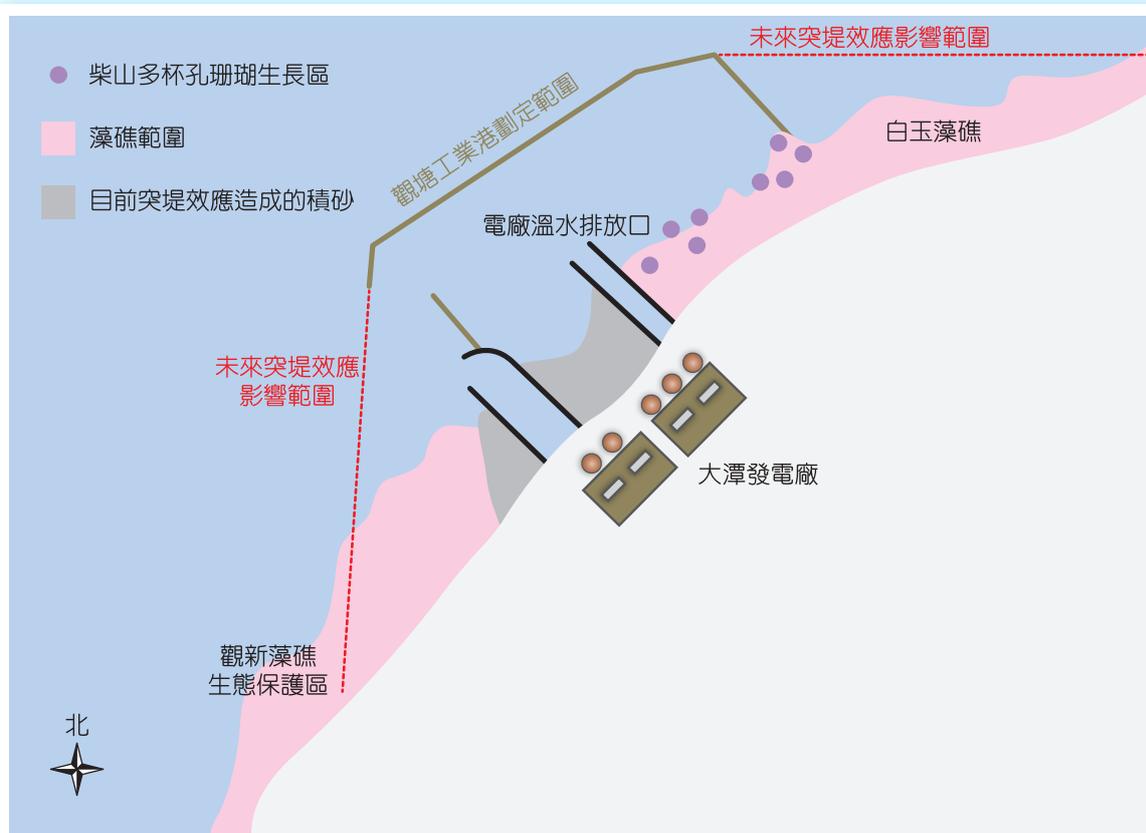
2000~2003 年間，臺電公司為了冷卻進水及溫排水需要，在大潭海岸設置 4 道垂直的突堤，每道都垂直海岸線向外達 1 公里，原本自由移動的沿岸輸沙被阻攔，就會堆在突堤的兩側。冬季東北季風強勁，沿岸流夾帶的大量漂沙被留在突堤北側，南側沙源補充不足，就開始侵蝕，林務局花許多年才種成功的防風林，土壤被淘空，樹就倒了，南側海岸防風林完全被吞噬。而北側卻因明顯淤積，藻礁被沙掩埋。

2006 年中油公司為了供應大潭電廠天然氣，申請從臺中埋設天然氣管線至大潭，在小飯壠溪口至新屋溪口間進行上岸段管線工程，施工處就是當時藻礁生態最完整的區域。當時為挽救僅存的藻礁，與中油公司經幾次現勘及會議研商後，原已達成挽救方案的共識，卻無奈這項埋管工程偷跑，而鋸開了千年藻礁，2007 年 5 月輸氣管線工程直接穿過完整的藻礁，施工寬度範圍共達 22 公尺之多（圖八）。



▲ 圖八、A. 2007 年 5 月輸氣管線工程直接穿過藻礁區，將寬深 4m×4m 的礁體完全開挖。B. 挖出的礁體就放置於旁邊的活藻礁上，導致周圍的藻礁也一併死亡。

近期將要在大潭地區進行施工的觀塘工業區及觀塘工業港，不但要填海造陸，還要做一個 900 公頃的天然氣接收站，為了讓船隻駛入港內，港區航道及迴船區需挖深，浚挖後的方土回填區也是藻礁及多杯孔珊瑚棲地。觀塘工業港垂直海岸線突出 3 公里，所影響到的範圍往南北兩側也都至少各 3 公里，突堤效應可能造成的積沙，將大面積埋掉北側的白玉藻礁，以及南側的觀新藻礁生態保護區。這個開發案如果施工之後，將會讓桃園地區僅存的藻礁生態系完全毀滅（圖九）。



▲ 圖九、觀塘工業港、溫排放口、突堤的興建，將本來健康生長的藻礁，硬生生切開，突堤效應未來更會導致大面積的藻礁和柴山多杯孔珊瑚被積砂掩埋。

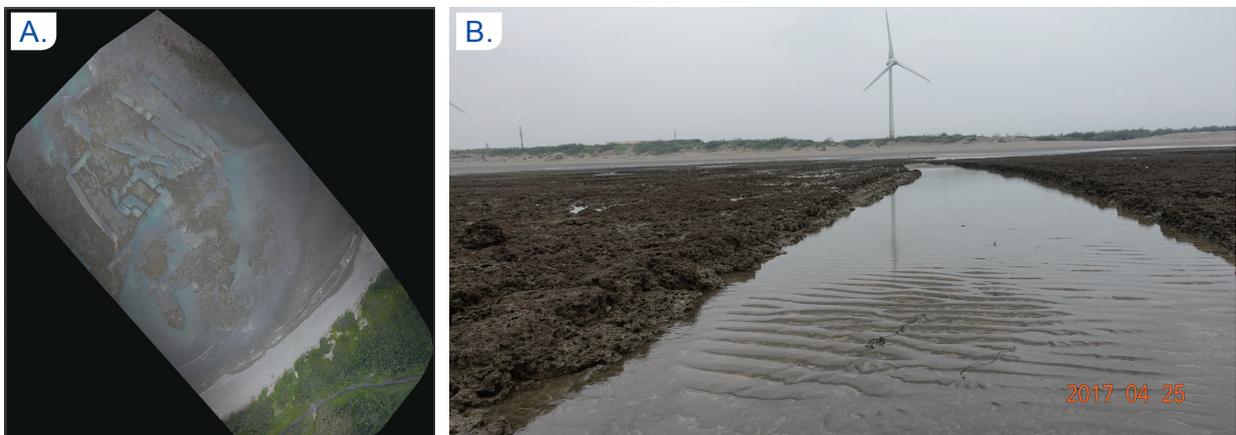
## 六、必要之開發可以用「生態補償」及「棲地復育」方式進行挽救嗎？

大潭藻礁的形成歷經 7500 年堆積，若通過這個天然氣接收站的開發案，整個港區外廓設施內存活數千年的藻礁將被挖除，該如何營造類似的呢？那些因突堤效應造成的積沙而被掩埋的藻礁，是否可以透過疏濬清淤的方式來維持棲地原來的生態呢？

### • 藻礁復育之可行性

雖然用人工養殖的殼狀珊瑚藻讓其存活生長並不難，但是造礁需要同時符合非常特殊的條件，還要長時間的累積才能形成足夠厚度的礁。層層疊疊生長的殼狀珊瑚藻，每層鈣化厚度多為 0.1 公分以下，鬆脆而多孔隙，可以想見，一挖就碎的藻礁，如何移動到其他地方去復育？如果棲地類型原本就無法造礁，即使將現有的藻礁小心翼翼地搬到那一個無法造礁的海岸，礁體同樣無法附著在海床上。

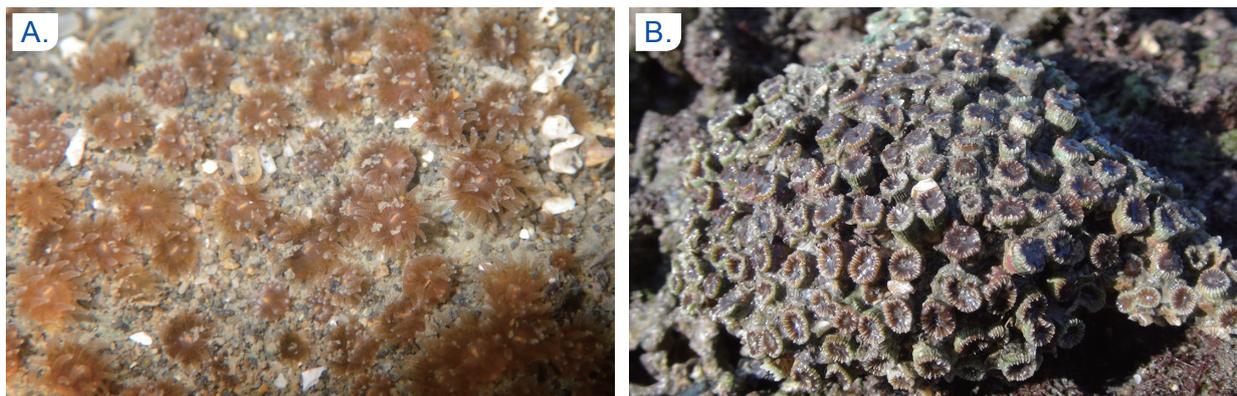
看看曾經被挖開來的藻礁，在大堀溪口北側及新屋溪口北側，這兩個開挖點剛好位在大潭藻礁區的南北兩側，2014 年亞東石化在大堀溪北岸開挖，可以看到所有的礁塊是粉碎的，2007 年中油在觀音保生的施工開挖也可以看到礁塊是粉碎的，此外，只要被開挖處就會填滿沙，未來都不可能再形成藻礁地形。這可以從目前已經有開挖事件的幾個地區觀察到，包括大潭藻礁區有多處的開挖痕跡，目前也都呈積沙狀態（圖十）。



▲ 圖十、A.大潭藻礁曾經因為人為開挖了幾道不規則的長帶狀，歷經了許多年也無法再回復藻礁地形。B.藻礁被開挖處就會填滿沙，未來都不可能形成藻礁地形，這裡是大潭藻礁區早期被開挖處。

若針對柴山多杯孔珊瑚之復育也不可行，已知柴山多杯孔珊瑚的模式地點為高雄市柴山區沿岸，由崩落更新世化石珊瑚岩所形成的潮池。因為該種珊瑚是唯一以臺灣地名命名的珊瑚物種，相當珍貴，因此，2017 年 5 月為行政院農委會依野生動物保護法正式公告為一級（瀕危）保育類動物。柴山多杯孔珊瑚為一小型的群體珊瑚（圖十一A.），其圓柱狀的珊瑚單體緊密生長於共骨上（圖十一B.），生長緩慢，不像軸孔珊瑚生長快速又有珊瑚分枝可進

行無性生殖，因此若經過人為採集、移動，勢必死亡。柴山多杯孔珊瑚主要的棲地特徵為沙與礁石的混合區，屬於擾動較大區域，無法放置附著材料等待柴山多杯孔珊瑚的幼苗附著。柴山多杯孔珊瑚生長於潮間帶，相對於其他種廣泛分布的造礁珊瑚而言，對於棲地的選擇性專一且特別，需要在淺水碎浪的環境，且臺灣西海岸從新竹到高雄蚵仔寮沙泥岸皆無此種珊瑚的棲地。因此棲地復育及物種復育論點並不可行，在無法進行復育的狀況下，施工單位應該要迴避此特殊的生態系。



▲ 圖十一、A.柴山多杯孔珊瑚主要的棲地特徵為沙與礁石的混合區，是少數可以忍受多沙環境的珊瑚。B.柴山多杯孔珊瑚圓柱狀的珊瑚單體緊密生長於共骨上。

#### ● 突堤效應造成的積沙，以清淤的方式來維持生態之可行性

只要有沙覆蓋在現有的礁體上面，就會讓殼狀珊瑚藻無法附著，而必須要靠人類的經營才可以維持的生態系，亦不是正常的生態系，每次疏濬的過程因為大幅的擾動，也會造成懸浮物質偏高，即使清掉藻礁表面的淤沙，也無法真正將藻礁內部孔隙的積沙清乾淨。重點是疏濬後抽出來的沙將會含著大量的生物，如動物幼生或是藻類孢子，這些被抽出來的生物將會因疏濬後，淤沙被堆置於陸地上而全數面臨死亡。還有疏濬後可以維持多久上面沒有漂沙覆蓋？之後的疏濬費用是由誰來買單？

### 七、大潭藻礁海岸與天然氣接受站，誰不可取代？

這個生態系有多特別呢？現在已經被證實是全世界絕無僅有，在亞熱帶地區的沙灘上，能有這樣大面積且主要由殼狀珊瑚藻造礁，而臺灣就只有在桃園，桃園又只有以大潭為中心的生態系是正常運作的。也就是說這個開發案將會讓這個獨特的藻礁生態系在世界上消失，您、還有您的子子孫孫，就沒有機會再看到這個特別的生態系。

想想看，現在我們能為藻礁做什麼？如果您想進一步認識藻礁，可以掃描 QRcode 進入藻礁的介紹網頁，讓我們一起關心腳下的土地，為環境盡一份心力！





## 學習單

1. 上網查查看，世界上有其他國家有藻礁生態系嗎？如有的話，與臺灣桃園的藻礁有何異同？
2. 如果你接手了一個生態監測計畫，需調查工業區廢水是否對藻礁生態有影響，你會如何選擇調查樣點？（打開 google map 觀察看看，將樣點標示在地圖上）
3. 承上題，你選擇這些樣點的理由是什麼？你覺得需要做哪些事前調查來佐證你的樣點是適當的？
4. 經濟開發與生態保育常常面臨衝突，看完這篇文章與你收集的資料，你認為藻礁生態系是否值得被保護？理由是什麼？





## 延伸閱讀

### • 學術期刊

- Liou CY, Yang SY, Chen CA. 2017. Unprecedented calcareous algal reefs in northern Taiwan merit high conservation priority. *Coral Reefs*. DOI 10.1007/s00338-017-1619-0
- 劉靜榆。2017。臺灣西北部藻礁海岸重金屬汙染分析。臺灣生物多樣性研究 19 (1) : 49-95。
- 劉靜榆。2014。臺灣西北部觀音藻礁海岸重金屬含量分析。臺灣生物多樣性研究期刊 16 (1) : 1-19。
- 劉靜榆。2014。臺灣西北部桃園觀新藻礁與北海岸藻礁重金屬分析。臺灣生物多樣性研究期刊 16 (4) : 355-378。

### • 研討會及碩博士論文

- 劉靜榆。2018。從臺灣早招潮族群雪崩式下降，談桃園大潭棲地不可取代性。2018 動物行為暨生態研討會，論文集第 147-150 頁。
- 劉靜榆。2017。大潭藻礁生態與生物多樣性價值。815 斷電後的藻礁保育新願景—天然氣接收站及藻礁的雙贏策略"論壇。中央研究院生物多樣性研究中心、桃園在地聯盟、環境法律人協會、臺灣蠻野心足生態協會、臺灣環保聯盟、台北律師公會環境法委員會主辦。
- 劉靜榆。2008。桃園藻礁海岸之危機與轉機。全球暖化永續生態研討會。行政院農業委員會特有生物研究保育中心、臺北縣政府農業局主辦。
- 劉靜榆、陳添水、林宗政。2007。桃園觀音藻礁海岸之危機與轉機。世界海鳥保育會議暨臺灣生態環境保育研討會，論文集第 21-26 頁。國立彰化師範大學、彰化縣政府及臺灣國際觀鳥協會主辦。

### • 推廣期刊

- 劉靜榆。2018。藻類變變變礁岩——藻礁的祕密。幼獅少年，497: 18-21。
- 劉靜榆。2018。從臺灣早招潮族群雪崩式下降，談桃園大潭棲地不可取代性。大自然季刊，138:54-62。
- 劉靜榆。2017。全球稀有的大面積藻礁地形——桃園藻礁生態特性與保育。科學月刊，48: 680-687。

- 劉靜榆。2017。造礁千年危在旦夕。大自然季刊，136:18-24。
- 劉靜榆。2017。大潭藻礁海岸與第三天然氣接受站，誰不可取代。特有生物研究保育中心簡訊 42 期。
- 劉靜榆。2013。桃園藻礁危急存亡之秋。大自然，118:100-105。
- 劉靜榆。2011。揭開藻礁的神秘面紗（上）。綠野，29:4-13。
- 劉靜榆。2011。揭開藻礁的神秘面紗（下）。綠野，30:4-11。
- 劉靜榆。2010。走訪臺灣西海岸（I）——北桃竹苗段沿海生態介紹。自然保育季刊，70: 67-78。
- 湯曉虞、劉靜榆。2008。錯失良機。大自然，98:24-31。
- 劉靜榆。2008。臺灣藻礁之特性與分布。自然保育季刊，62:52-55。

## · 書籍及影片光碟

- 劉靜榆。2014。觀音鄉志—第三節。觀音藻礁。ISBN:9789860425796
- 劉靜榆。2013。珍愛臺灣藻礁。生態書籍。232 頁。ISBN:9789860398359。
- 劉靜榆。2012。「搶救臺灣藻礁——消失中的生命聚寶盆」。52 頁。  
ISBN:9789860324235。
- 劉靜榆。2012。「共話特生保育情」20 週年紀念專冊-關心藻礁—搶救觀新藻礁大作戰。  
ISBN13:9789860346084。
- 劉靜榆。2008 製作「揭開藻礁的神秘面紗」影片。視群傳播。