

## —消失中的生命聚寶盆

劉靜榆

我們對於臺灣西海岸的認知就是沙質海岸，然而在桃園縣卻有一帶長約 27 公里之海岸，間雜著面積不等的藻礁(algal reef)，有些礁體露出厚度可達 3 公尺，而有些藻礁卻被覆蓋在沙下。除了桃園縣外，北海岸及東海岸，也分布有面積大小不一的藻礁，但臺灣目前有藻礁分布的海岸線，累計不到 50 公里。

令人好奇的是，在臺灣本島 1139 公里的海岸線，再加上離島海岸線，總長超過 1600 公里，為甚麼藻礁只選擇分布這幾個地方呢？需要什麼特殊條件的配合？藻礁在臺灣到底存活多久了？為什麼藻礁是生命聚寶盆？藻礁之重要性如何？桃園藻礁面臨什麼危機？搶救垂危的桃園藻礁與我們有何關係？



臺灣面積最大的桃園觀音藻礁，非常平坦，一望無際

--而在圖的左上角可看到正在施工

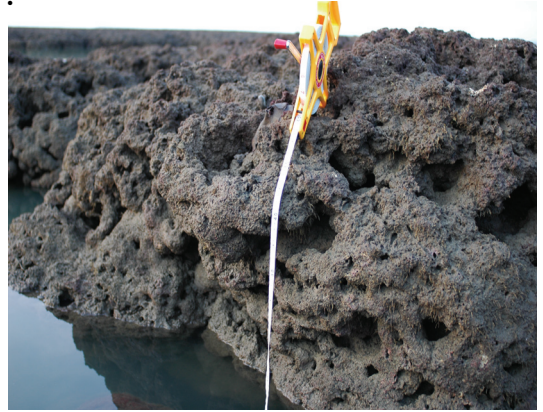
# 目錄

## **4** 藻礁之定義

- ◇ **4** 老梅石槽和桃園海岸之藻礁是否相同？
- ◇ **5** 藻礁和珊瑚礁有什麼不同？

## **6** 藻礁之形成及生長特性

- ◇ **6** 哪裡可以看到藻礁？
  - **6** 現生藻礁世界分布
  - **6** 從臺灣海岸特性來看藻礁之形成
- ◇ **8** 臺灣藻礁之形成年代
- ◇ **10** 藻礁的造礁速率到底有多快？



## **11** 臺灣藻礁之分布現況

- ◇ **11** 文獻記載及現今藻礁分布之比較
  - **11** 臺北八里海岸及桃園內海
  - **12** 臺灣面積最大的藻礁
  - **13** 新地質的命名發表--潮音石灰岩
- ◇ **13** 北海岸及東海岸的藻礁分布

## **14** 生命的聚寶盆

- ◇ **14** 藻礁海岸之生態特性
- ◇ **15** 造礁 vs. 不造礁--藻類
- ◇ **17** 珊瑚&海葵--刺胞動物
- ◇ **19** 開花的蟲管--環節動物
- ◇ **20** 海參、海膽與海星--棘皮動物
- ◇ **22** 有殼沒殼一家親--軟體動物
- ◇ **25** 穿盔甲的武士--甲殼動物
- ◇ **28** 餐桌上的魚--脊椎動物
- ◇ **29** 稀有的唐白鷺



## 29 保育藻礁之重要性

## 31 藻礁之痛

- ◇ 31 北海岸
- ◇ 31 桃園海岸
  - 31 走過化學污染 30 年
  - 32 觀音塘尾的工業區開發案
  - 32 中油公司之天然氣管線工程



## 34 藻礁之轉機

- ◇ 34 危機就是轉機
- ◇ 35 臨門一腳--藻礁海岸暫列為自然保留區

## 37 藻礁之危機再現

- ◇ 37 三年後仍是列冊追蹤的「自然保留區」
- ◇ 38 破掉的蛇籠護岸
- ◇ 39 石門水庫淤泥救海岸，如何救？
- ◇ 39 躲不掉的污染

## 40 如果還有明天—我們該留下什麼給子孫

- ◇ 40 十幾年毀掉數千年的功夫
- ◇ 40 藻礁是否有未來？

## 42 作者後記

- ◇ 43 圖 小工程 大浩劫
- ◇ 44 圖 聚寶盆內的生命
- ◇ 48 圖 今日牡蠣 明日人類
- ◇ 49 圖 破堤漏了餡

## 50 參考文獻



## 藻礁之定義

◇ 老梅石槽和桃園海岸之藻礁是否相同？

聽到藻礁，我們會想到整片礁岩長滿綠色藻類，這在臺北石門鄉老梅及基隆和平島可以看到。但這和桃園海岸之藻礁是否相同？

老梅石槽及和平島係因綠藻類於冬春季繁生而形成整片綠色藻類附著於礁岩的景象，因此亦有人稱之為“藻礁”，而這種以綠藻類的石蓴為主的藻類並不造礁，因此不會增長，正確的說法是，火山礁岩上長藻類。

桃園之藻礁則完全不同，桃園海岸是由造礁生物所形成的礁岩，這種礁岩，每年都會因存活於此的造礁生物，附著生長後，所留下之石灰質，而增加礁體，稱之『生物礁』。在澳洲發現地球上最古老的生物礁，是由藍綠菌所形成的疊層石 (stromatolite)，形成年代在 34 億年前。具有造礁能力的生物還包括藻類、海綿、珊瑚、苔蘚蟲、管蟲、貝類等，二疊紀是地球發展史上重要的成礁期。因此藻類所造的生物礁就是藻礁，地質學的說法是：由珊瑚藻粘結灰岩相所構成的礁體；比較的簡單說法是：由石灰藻留下之鈣質，慢慢地沉積成礁體。再來解釋藻礁和一般常見的珊瑚礁有什麼不同？



珊瑚藻粘結灰岩相所構成的礁體

#### ◇ 藻礁和珊瑚礁有什麼不同？

造礁珊瑚是一群能形成碳酸鈣質骨骼的刺胞動物，與體內共生之微小的單細胞藻類，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長 1 公分左右。

而紅藻門的珊瑚藻、綠藻門的仙掌藻、褐藻門的團扇藻等，同樣以類似的原理，將海水中游離的鈣固定在細胞壁中，在生長過後留下石灰質來造礁，這些可留下石灰質的藻，泛稱石灰藻(calcareous algae)。其中有些扁平狀生長的石灰藻類不僅可以鈣化作用沉積碳酸鈣，還可不斷的膠結，進而建造大型的礁體，藻礁的累積速率更慢，約每十年才會增加 1 公分。

珊瑚與石灰藻都需生長在通氣良好的有氧海域，陽光足以穿透到的深度，才有足夠的光可進行光合作用。造礁珊瑚礁只能生長在溫暖的熱帶水域，最低溫不低於 18°C，平均溫度介於 23°C 與 25°C 之間，且水很清澈、鹽度穩定的海域。在鹽度會因河流淡水排入而降低的海邊、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，皆有可能使珊瑚死亡。而石灰藻的忍受力較強，海流較強、水溫較低、水不很清澈、鹽度變化較大，在這類較惡劣的環境，也能生長得很好。

換言之，造礁珊瑚比石灰藻對環境要求還要高，珊瑚礁主要是由動物造礁，是骨骼所累積，速率較快；藻礁主要是植物造礁，每年一層一層慢慢長，累積速率很慢。所以說藻礁或珊瑚礁皆由生物體來建造的生物礁，是地球環境變遷所遺留下來的天然紀念物。世界上會造礁的生物不僅有珊瑚，但經過長時間的演替之後，三疊紀後，現生珊瑚逐漸取得優勢，成為現今海洋中最重要的重要的礁體建造者，因而生物礁的名稱就漸漸被「珊瑚礁」所取代。



## 藻礁之形成及生長特性

◇ 哪裡可以看到藻礁？

### ➤ 現生藻礁世界分布

石灰藻廣泛分布在海洋中，是極為重要的海洋植物，但全世界的海域中，以植物為主，而建造成大型之生物礁並不常見，曾有化石的報導，如柴達木盆地有古近紀-新近紀湖相疊層石與藻礁的沉積。現生的藻礁可見於加勒比海、印度洋-太平洋海域的小島向海面，海浪強大帶；也有分布於加拿大東部、英國、挪威之間的寒冷淺海域，或是出現在地中海、澳洲西部極度高鹽分的瀉湖內，多為極端地帶，而且各具特色。全世界，以現生藻礁而言，無論分布面積或累積厚度，都是遠低於珊瑚礁的量，而有些表面雖是現生珊瑚藻，但內部可能是早期珊瑚碎屑或其他物質組成。雖然目前研究對於珊瑚礁過渡至藻礁的環境變化不甚清楚，但我們仍可以從臺灣海岸特性來看藻礁之形成，進而推測其分布範圍。

### ➤ 從臺灣海岸特性來看藻礁之形成

生物造礁的基本要件為何？臺灣哪裡可以看到藻礁？中部及西南岸的沙泥質海灘可以看到藻礁嗎？

生物造礁的條件首先要有穩定的底質，相較於臺灣西海岸的沙質灘地或大型河口的泥質灘地，在北海岸、東北角及東海岸多為岩石海岸，苗栗、桃園海岸及屏東林邊溪以南，多段海岸為礫石灘，這些海岸都提供了穩定的底質。

臺灣之藻礁海岸是以紅藻門的無節珊瑚藻類為主，經由鈣化作用沉積碳酸鈣所建造之礁體，如果以鋼筋水泥來比喻，礫石就像鋼筋，珊瑚藻則像水泥，兩者必須相輔相成，石塊上，有的珊瑚藻正在生長，有的正在鈣化，如果順利，多年之後又將膠結成一塊大型礁體。

在連綿沙質的臺灣西海岸中，桃園一帶卻有多段海岸是礫石灘，一顆顆的石頭提供了穩固的基質，讓珊瑚藻可以附著生長，這也就是為什麼桃園海岸，可以見到大片藻礁生長的原因之一。

富貴角兩側海岸，從臺北淡水到萬里間之淺水灣、白沙灣、麟山鼻、富基及跳石等地的海岸皆有火成岩分布，構成穩定的底質，其間即夾雜藻礁地形，現生之珊瑚藻隨處可見。

珊瑚藻造礁還需要符合哪些條件？臺灣有穩定底質的海岸中，為何有些地區是以珊瑚為主，有些卻是以造礁藻類為優勢，還有些海岸並未造礁呢？因為生物礁建造還需要符合其他的條件，如水質、水溫、水深及波浪強度等...

依據王士偉所進行的鑽探結果，潮音海岸之生物礁均以礫岩為最初發育基底，礁體最厚達 6 公尺以上；大部份礁體早期為珊瑚礁發育，後期則以殼狀珊瑚藻(*crustose coralline algae*)為主(王士偉等 2009)；目前北海岸仍可見珊瑚與珊瑚藻交錯重疊生長的情形，越往南，珊瑚藻的比例越高，靠近桃園永安漁港附近海岸，從最初發育基底就是珊瑚藻，純度幾達百分百。就水質的部分，桃園永安漁港附近，海水中含沙量偏高。在臺灣，石灰藻亦會出現在東北角、東海岸、綠島、蘭嶼或澎湖等地，但珊瑚造礁比例遠大於石灰藻，因而難以形成藻礁地形。

綜觀臺灣藻礁分布點，其周邊經常都是沙質海岸或沙丘地形，這會讓水中含沙量偏高，珊瑚幾乎無法生長，石灰藻卻還可生長，就會形成藻礁。

東海岸之生物礁海岸多半都是以珊瑚優勢，但東海岸的杉原、三仙臺、石梯坪等礁岸，周邊也是沙質海岸或沙丘地形，水中含沙量較高，也就可以看到藻礁與珊瑚礁共同生長的景象。由於珊瑚藻類留下石灰質所形成的藻礁累積速度緩慢，若環境適合珊瑚蟲生長，珊瑚蟲生長速度快，將很快取得優勢；但是當環境不適合珊瑚蟲時，耐性較強的珊瑚藻就可以層層疊疊的堆積生長，形成疏密不一的藻礁，但多數地點珊瑚礁仍是過半優勢。

再仔細觀察，藻礁的分布地點是許多小型河川的出海口，因為河川帶來泥沙，造成附近海水濁度提高，混濁的水域限制了珊瑚蟲的生長，相較之下，石灰藻對水質的要求較低，於是石灰藻就取得生長優勢，形成大型礁體。

桃園位於西北海岸，因為臺灣地形，沿岸流呈東北西南向，若溪流出海口的流速不夠強，就會被沿岸流所夾帶的沙或石礫堵住，而出海口就會向南彎。桃園之新街溪口、富林溪口、樹林溪口、觀音溪口、小飯壠溪口、新屋溪口及後湖溪口都是這類型的溪流。這造成溪水流至海域的範圍間，水流會呈小水系的型態流入大海。換言之，溪流的淡水並非集中一處排入海水中，而是以伏流的方式慢慢滲入海中，這或許降低一些海水的鹽度，

也提供了一些營養鹽，這些營養鹽或沉積物較多的海域，不一定是藻礁形成的必要因子，卻可能是珊瑚礁形成的限制因子。

以小飯壠溪口、新屋溪口、後湖溪口為例，其出海口即經數次向南改道，現在還可以看到舊河道出口，而這段海岸就是目前生長最佳，礁體最完整的區域，藻礁分布之寬度可達 500 公尺，有些礁體厚度可達 3 公尺，退潮時可明顯露出海平面 1 公尺左右。再往北看，臺北的淺水灣、八連溪、麟山鼻漁港西側等地，也都有一些無名的小水系，曾經有或目前仍可見的滲流水，而在屏東的風吹沙，同樣也可以看到從岸上滲流出來的淡水。也就是說，同樣有穩固基質的海岸，若水質清澈，環境適合珊瑚的話，則珊瑚長得快，當然很快取得優勢，而營養鹽或沉積物較多的海域，則耐性較強的石灰藻才得以大面積生長。因此自北海岸富貴角以西延伸至桃園，即多段海岸線有穩固的基質，然而因為沉積物偏高，珊瑚無法大量生長，所以在這段海岸斷斷續續可以發現藻礁。

目前，臺灣較容易觀察的大片藻礁是在桃園觀音海岸，因為平緩的大陸棚，退潮後露出的藻礁面積最大，東北角與東部海岸因地形陡降，海域深度落差較大，零星分布的藻礁就淹沒在海水中，觀察比較困難。自東北角再往東海岸，屬太平洋，沒有大陸棚，除了少數地區有向外延伸，多數地區之等深線在離岸不遠處即陡降，雖然有些造礁生物可以生長在較深的海域，但大部分珊瑚及珊瑚藻造礁過程需要行光合作用，水域太深處會限制可生長之造礁生物種類，因此要形成大面積的礁體較難。

水溫是珊瑚的限制因子，北海岸及東北角等水域的水溫較低，珊瑚種類相對於南臺灣較為少，生長速率亦較低，因此雖有穩固的基質，但造礁速率不足以形成大面積的生物礁，其覆蓋面積大都低於 50%。而水質清澈且水溫 18-30°C 之淺海域，有利於某些種類的珊瑚，造礁速率可以很快，而成為以珊瑚為優勢的礁體，如墾丁、澎湖、綠島就幾乎以珊瑚為主。

#### ◇ 臺灣藻礁之形成年代

話說 18,000 年前的冰河時期，那時的海水面比現在還低約 130 公尺。後來冰河融解，海水上升，直到約 6000 年前，全球海水面已達今日的高度，並大致維持穩定至今。

所以臺灣海峽是在數千年前才被海水淹沒，當時環境逐漸適合生物礁生長，經過長時間的發育，造就了目前的海岸。既然藻礁在臺灣已存活數千，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，也是有些層鬆散，有些層緊密，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；而且藻礁在觀音海岸的發育過程，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？也一直是我們最好奇的事。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，來證明桃園海岸生物礁生長時間。

現任臺北市立教育大學的許民陽教授，約 20 年前，就在觀音海水浴場西南側約 500 公尺的沙灘外緣，採得化石珊瑚(*Goniopora* sp.)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(許民陽 1993)。之後，自然科學博物館王士偉博士也曾分析北海岸藻礁的形成時間，距今約 4400-5200 年；2008 年初王博士於桃園海岸進行 26 處岩心鑽探，選出 15 件樣本寄美國分析，定年結果，最久距今 7540 年，有些則只有三千多年，樣本皆為珊瑚。翌年，許民陽教授又在於觀音海水浴場附近及新屋溪口北側海岸採 12 個樣本，再送臺大碳十四定年實驗室；定年結果顯示，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細枝狀殼狀珊瑚藻礁的形成年代為  $2350 \pm 50$  年，中段的珊瑚及藻礁年代大約在距今  $4471 \pm 40$  年(許民陽 2010)。綜合上述，桃園海岸在 7500 年前，生物礁即開始生長，於 4500 年前造礁藻類在桃園海岸逐漸取得生長優勢(戴昌鳳等 2009)，從北海岸至桃園之藻礁，存在至今約 5000 年。

由於桃園海岸生物礁分布範圍沒有斷層或褶皺等構造線(陳文政 1990)，推論礁體的發育過程，可能是處於地體構造較為穩定的狀態，並且礁體發育期間並未歷經多次海水面變化(許民陽 1993；王士偉等 2009)。根據王博士分析鑽探結果，在礁體下方之古石門沖積扇礫岩層中，並沒有任何無脊椎動物殼體，因此推測，在最後一期礫岩的沉積之後，才開始有生物礁的發育，桃園地區生物礁的發育可能是古海水面相對快速上升的結果。許教授(2010)則指出，距今六千餘年的全新世為最後一次冰期結束後的氣候溫暖時期，海水面較現今高 2-3 公尺，沿海有珊瑚礁層生長，推估

含新屋溪口在內的整個觀音海岸，珊瑚礁發育年代始於距今六千餘年前，至距今二千多年前停止發育，而現今海岸廣闊的藻礁，也延伸至現今海岸的沙丘下方。

◇ 藻礁的造礁速率到底有多快？

如果 4500 年可累積 4.5 公尺，或 7500 年只累積 0.5 公尺.....

有關現生藻礁生長速率的報導很少，根據近幾年的野外調查，珊瑚藻生長末期，可以看到其周圍鈣化成白色，這鈣化的厚度約為 0.1 公分，若水質狀況佳，珊瑚藻可以層層堆疊至 0.5 公分，或更多，低潮位的生長期較長，可以累積較厚的礁體，高潮位則只有春季生長，約於每年 6 月後，石灰藻幾乎都鈣化了。北海岸珊瑚藻雖可以堆疊生長，但也常被海葵層層堆疊，而減緩造礁速率。以目前桃園海岸為例，因水質狀況不佳，每年約僅形成不到 0.1 公分，被波浪及其他生物作用所消耗之後，大概就僅剩一半，或更少。

雖然珊瑚藻在強浪下仍可生存，只是藻類造礁速率很慢，所以富貴角向東延伸至東北角也有藻類造礁，但波浪強度太大的海岸，要累積足夠的石灰藻來建造大面積生物礁機會不大。而富貴角以西，如淺水灣、白沙灣及麟山鼻漁港西側等，都是內凹型的海灣，才形成大片藻礁地形，每年若形成 0.3 公分，被波浪及其他生物作用所消耗之後，大概就僅剩 0.1 公分。但富貴角以東，浪強度太大，在沒有適宜的海灣可以避浪的區段，則需要數年才可累積 0.1 公分，要形成大塊的礁體很難。

以上是僅是我依據測量現生珊瑚藻生長情形及生物啃食量估算的推論，整體而言，礁體厚度累積速率還受到平均海水高度的限制。國外最近的文獻提到地中海的礁體發育速率為 0.67 mm/yr(Titschack 2008)，而王士偉博士則將桃園採得礁體之最頂部年代設為 0，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。因為礁體向上增長的速率受到微環境影響，所以樣點間數據會有很大的差異，至少這幾年桃園海域水質欠佳，可看出造礁藻生長得極慢，同時期北海岸造礁藻生長還算穩定，礁體發育速率自然大不相同。

## 臺灣藻礁之分布現況

### ◇ 文獻記載及現今藻礁分布之比較

#### ➤ 臺北八里海岸及桃園內海

1986年德國學者 Reineck 與鄭穎敏教授以德文發表一篇有關藻礁剖面的學術報告，是目前臺灣極為重要的文獻，所繪的藻礁剖面就是臺北八里海岸及桃園內海兩處。

典型桃園縣海岸的河口是因河川帶來的泥沙入海後，受北方沿岸流往南的影響，在河口堆積成由東北-西南方向的沙嘴，沙嘴與河道出口即成一瀉湖，早期此類瀉湖可停泊船隻，老街溪口的許厝港，即為許氏家族在此登陸墾殖的港口。桃園縣海岸潮差最大可達4公尺，退潮時瀉湖內水位低，潮漲時則是一片汪洋。

當時德國學者調查藻礁的內海，位於新街溪，也是這種地形，而海湖、後湖等地名，同樣是描述瀉湖景觀，這些瀉湖外側更早期則是珊瑚藻建造成長帶狀的藻脊，這種地形現在仍可在北海岸看到。至於八里一帶的藻礁，由於開發時都被挖除，甚至完全沒有留下任何生長的痕跡，桃園縣海岸的藻礁，雖沒全被挖光，卻也是慘不忍睹。

桃園縣藻礁的分布地點從竹圍漁港西側之大鼎海岸、埔心溪口、新街溪口、老街溪口、富林溪口、大堀溪口、小飯壠溪口、新屋溪口到後湖溪口，都可以發現藻礁的蹤跡。

大園鄉竹圍漁港西南側之大鼎海岸及埔心溪口北岸可看到殘存的藻礁塊；大園鄉新街溪口至老街溪口之間，低潮時可看到露出大片的藻礁，高度約50公分以下，部分藻礁被覆蓋在卵石下，新街溪與老街溪夾帶大園工業區污染物排入海中，有時海水會呈墨綠色，藻礁也呈灰黑色，目前並沒有找到現生的珊瑚藻；觀音鄉草漯海濱之藻礁呈乳白色，亦沒有找到現生的珊瑚藻；富林溪口東側之藻礁呈黃紅色，周邊的卵形礫石被染成紅褐色，富林溪、大堀溪流經觀音工業區，溪水烏黑，珊瑚藻很難在此地存活。

總之，桃園北起大園鄉竹圍海岸，南迄觀音鄉大堀溪口，殘存的藻礁於退潮時呈現不連續出露，但從 2006 年的調查後至今，仍幾乎找不到現生的珊瑚藻，而這種情形是早已發生十幾二十年以上。

觀音鄉白玉海濱，即觀音海水浴場附近，根據早期的歷史紀錄，陳培源教授於 1953 年的「臺灣西部之重砂礦牀」調查報告中有提及石灰藻類及貝殼與小礫等混結而成之珊瑚層(coralline bed)，但該報告中的藻礁目前全被覆蓋在沙下。

觀音溪至小飯壠溪口間有多項大型開發案，觀塘工業區完全座落在現生的藻礁上，垂直海岸長短不一的突堤，在堤側形成一處處積沙，無積沙處可還看到現生的珊瑚藻。

#### ➤ 臺灣面積最大的藻礁

小飯壠溪口南岸至新屋溪口北岸，就是所稱的桃園觀音藻礁，這段與前述觀塘工業區的藻礁原本是連續的，非常平坦，一望無際。因臺電大潭電廠的進水及排水需要，在海岸築了幾道大型垂直堤防，將觀音藻礁從中攔腰截斷。從衛星影像來看，2006 年的堤防較 2003 年的長度更是加長 1 倍，因此形成明顯的突堤效應。突堤西南側的海岸，沿著防風林的沙灘被淘走，使原本被覆在沙下的藻礁露出，因此面積略有增加，但新露出的區域並沒有生長中的珊瑚藻，若沿著低潮線，就可以看到活生生的珊瑚藻。

2007 年中油尚未在此地施工前，這片是臺灣現生的珊瑚藻生長較佳的區域，也是全臺灣面積最大的藻礁地形，大退潮時有部分礁體可露出水面高達 2 公尺，寬達 500 公尺。在春季，整片紅通通的珊瑚藻，生態系呈現活力旺盛，附近居民每年 3-5 月會在這裡撿拾珠螺(*Lunella coronata*)，但施工後至今，生態尚未改善，不知何時才有機會讓珊瑚藻重生。

新屋溪口至後湖溪口東北側，藻礁露出的高度較 2007 年高約 50 公分，有現生的珊瑚藻，礁體分布較不連續，藻礁面積僅次於小飯壠溪至新屋溪口間。

從桃園再往南至新竹縣新豐海岸，近年也因為突堤效應部分沙源被淘走，於退潮時呈現不連續露出沙層表面，而苗栗後龍鎮南段海岸有許多卵礫石，早期曾利用作為石滬，礫石灘則可看到珊瑚藻膠結現象，但尚未形

成礁體；苗栗的後龍溪與西湖溪口間之海岸有許多顯礁，小部分礁體偶而可露出水面，或許有些是藻礁。

#### ➤ 新地質的命名發表—潮音石灰岩

老街溪口附近稱之潮音海岸，高潮線以上是沙質灘地，以下是藻礁地形，但現在已不再生長珊瑚藻了，然而早期留下的藻礁地形，向外延伸至少 500 公尺，因此王士偉博士於 2008 年發表的文章中，就是採用這裡的地名，雖觀音鄉一帶的藻礁海岸現況雖較佳，但「觀音」在地質學上已被使用於其他地質的命名，因此將桃園段的藻礁海岸命名為「潮音石灰岩」。

#### ◇ 臺灣北海岸及東海岸的藻礁分布

臺灣除了桃園縣外，也有面積大小不一的藻礁分布，然而各地的基質及成因卻不盡相同，且規模大多遠小於桃園的藻礁。

北海岸，如淡水鎮下圭柔山溪外側海岸、三芝鄉的淺水灣、八連溪外側海岸、石門鄉的白沙灣東側、麟山鼻漁港西側。北海岸的藻礁總夾雜著碩大的風稜石，當大浪將風稜石鬆動並帶走時就留下如隕石洞的大坑，類似微環礁(microatoll)的型態。

東海岸，隸屬臺東的杉原、三仙臺、花蓮石梯坪及屏東的風吹沙等地，這些地區雖都可見藻礁地形或有珊瑚藻零星生長，然而珊瑚藻累積速率比起那些生長快速的珊瑚慢很多，因此較不易形成如桃園海岸般，以造礁藻類為優勢的地形。如臺東的杉原，表面雖以現生珊瑚藻為主，但內部仍為早期珊瑚碎屑；而東南部風吹沙，則已沒有現生的珊瑚藻。同樣表面以現生珊瑚藻為主的情形，也可以在澎湖白沙島海岸觀察到。

綜上所述，珊瑚藻在臺灣許多海岸都可以零星發現，然而符合可以大面積生長的藻礁海岸，主要分布在北海岸富貴角以西延伸至桃園。目前對於造礁藻的成因雖有推測，但尚未能完全獲得證實，棲息於此的生物則仍有許多未知，而珊瑚藻的分類尚未明確，其物種之稀有性仍無法斷定，然由於經過長年的累積，其發育過程不但是臺灣西部海岸變遷的證據，藻礁區所孕育海洋生物之幼生，也在生態系上扮演相當重要的角色，實可說是一個生命的聚寶盆。

## 生命的聚寶盆

藻礁內部孔隙多，可棲藏多種生物，在藻礁四周的水域，是海洋生物生息繁衍的重要棲地，在眾多的海洋生態系中，藻礁生態系是被認定為生物多樣性熱點之一(Boudouresque 2004)，桃園觀音藻礁的北邊、南邊及東側都是沙質海岸，可說是臺灣西北海岸重要的礁岩地形。

### ◇ 藻礁海岸之生態特性

藻礁主要是由無節珊瑚藻膠結所形成的生物礁，礁體的結構類似珊瑚礁，但比較鬆軟，亦提供多孔隙的空間給其他生物棲息。若富貴角以西至桃園海岸的藻礁來看，不包括浮游生物，棲息在藻礁表面或潮池中，大型底棲動物即有海綿動物門、扁形動物門、星蟲動物門、刺胞動物門、環節動物門、節肢動物門、軟體動物門、棘皮動物門、脊索動物門等九大類。而不包括微細藻類，在藻礁表面肉眼可見，由多細胞構成的大型海藻即有紅藻門、綠藻門及褐藻門等三大類。事實上，還有許多棲藏孔隙中的小生物尚未仔細研究，可見潮間帶的生物多樣性確實很高，雖略遜珊瑚礁生態系，但很多珊瑚礁區的物種無法在藻礁區存活；而有些耐性較強的物種，在珊瑚礁區卻因競爭性不足，無法取得一席之地，反倒在藻礁區卻成為優勢。

藻礁區與典型臺灣西岸比較最大的相同點就是沙灘，藻礁區周邊通常有大小不一的沙丘，延伸到海邊的沙灘物種，和一般臺灣西岸沙灘物種類似，但進入潮間帶後，物種就很不一樣。有部分生物群聚組成類似澎湖白沙島海岸，但藻類相不太一樣，藻類相與東北角有點像，又不盡相同。藻礁區是介於沙岸與礁岸的推移帶，同時擁色彩鮮豔的礁岸物種，以及色彩樸素的沙岸物種。

調查方法及調查時間更是大不相同，西岸沙灘物種多是在灘地掘穴而居，調查時要只要用大鏟子將沙泥挖開，即可計算數量，又因為主要優勢物種活動週期為日出到日落，所以觀察時間可集中在白天。但是礁岸物種隱身在堅硬的礁石縫中，不容易挖開計數，只能等待牠們出來活動，有些種類喜歡白天活動，而更多種類只在夜間活動，因此觀察時間幾乎全天，特別是月黑風高的晚上，才是繁殖活動的高峰期。為避免干擾，除了取樣工作需要較多人手外，我通常獨自一人進行生態觀察，有時還要克服恐懼，潛入漆黑冰涼的海水中。

臺灣北海岸至桃園一帶，冬季受到大陸閩浙沿岸冷水流(China coastal current)南下影響，這與臺灣東岸受黑潮暖流(Kuroshio current)北上影響的東部海域，其生態特性大不相同。所以基本上，北海岸與桃園觀音的藻礁在海域魚類相的生態系是屬於相同類型，很多物種分布都有關連，差別在北海岸的海浪強度大於桃園觀音。桃園觀音藻礁的分布範圍可向外延伸達500公尺，北海岸卻僅50-150公尺，因此北海岸藻礁區就像是把桃園觀音極度壓縮，所有物種集中在很小的區域內，而且浪大的地方溶氧量較高，單位面積的物種多樣性也較高。此外，基質、微氣候及水質當然也有些差異，但是原則上仍可視為一體。在此先針對北海岸富基、白沙灣、麟山鼻、淺水灣及桃園觀音附近藻礁之生態觀察來述說。

#### ◇ 造礁 vs. 不造礁--藻類

##### ➤ 造礁藻

首先介紹主角--造礁藻，紅藻門、綠藻門、褐藻門都各有數種可以留下鈣質石灰的能力，通稱石灰藻，鈣化後初期呈白色。許多石灰藻有分節現象，鈣化的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。但紅藻門中有一群外觀無分節構造的無節珊瑚藻(non-articulated corallines)，有些像殼狀或像貼附在石頭上的葉子，就通稱殼狀珊瑚藻或石葉藻，這些平鋪在礁石表面的藻類不僅耐風浪，還可以鈣化作用累積碳酸鈣，更可不斷的膠結，是造礁的主力，如：厚石葉藻(*Lithophyllum tumidulum*)、波狀石葉藻(*Titanoderma pustulatum*)、殼狀中葉藻(*Mesophyllum simulans*)、寬珊瑚藻(*Mastophora rosea*)等。

相對於可膠結造礁的無節珊瑚藻，有節珊瑚藻(articulated corallines)有明顯分節，節間有不定分枝，而形成直立叢生狀，雖然膠結能力弱，卻可留下大量石灰質。有些呈羽狀分枝，如異邊孢藻(*Marginisporum aberrans*)、大邊孢藻(*Marginisporum crassissimum*)、小珊瑚藻(*Corallina pillulifera*)、唇孢藻(*Cheilosporum acutilobum*)、大齒心藻(*Serraticardia maxima*)等，有些是棒狀分枝，如叉珊瑚藻(*Jania* spp.)、叉節藻(*Amphiroa* spp.)等，所以說紅藻門的珊瑚藻科，是建造藻礁的主要組成。

這些藻類名稱實在看得眼花撩亂，有機會蹲在藻礁區，要看仔細了，在一個小範圍內就有數十種藻類。除了紅藻門珊瑚藻科外，從小縫隙中冒出來，也是紅藻門，但不同科的石灰藻還有：北方赤盾藻(*Rhodopeltis borealis*)、白果胞藻(*Tricleocarpa fragilis*)、果絲藻(*Trichogloea requienii*)、

乳節藻(*Galaxaura* spp.)、耳殼藻(*Peyssonnelis* sp.)等，此外，綠藻門的仙掌藻(*Halimeda* sp.)、鈣扇藻(*Udotea* spp.)、綠毛藻(*Chlorodesmis* sp.)，褐藻門的南方團扇藻(*Padina australis*)、小團扇藻(*Padina minor*)等，也會交錯生長在藻礁區，盡責的將海中得鈣質固定下來，留下石灰質，讓無節珊瑚藻生長其上，不斷膠結，建造礁體。

#### ➤ 不造礁藻

相對於上述可以固定鈣質的石灰藻，其他大部分的藻類都是不會造礁的，有些在生長季結束後就消失無蹤。若在觀音小飯壠溪口往南，2009年新完工，平行海岸線蛇籠護岸之大卵石上觀察，每年 10-3 月可見頭髮菜(*Bangia atropurpurea*)呈長帶狀分布，這裡只有最大潮幾天可被海水浸潤，平常是淹不到的，屬於浪花飛沫可及的潮上帶(supralittoral zone)，分布在這裡的藻類很少，需能忍受長時間的乾旱。

海水漲退潮的最高潮線和最低潮線間稱潮間帶(intertidal zone)，可見到各式各樣的海藻繁生。在高潮線之際，以綠藻類為主，生長盛期為每年 12 月到隔年的 4 月的冬春季；低潮線之際，紅藻、褐藻各佔優勢。褐藻有類似根、莖、葉的分化，春夏大量繁殖時常形成藻海，具有氣囊構造，藻體可漂浮在海面上。而最低潮線以下，終年為海水所覆蓋之潮下帶(sublittoral zone)，又稱亞潮帶，以紅藻類為主。由於紅藻類色素體含有藻紅素，藻紅素可以吸收葉綠素無法吸收的青綠光，故紅藻可比其他藻類生長在更深的海域，而生長期則依各物種而異，幾乎跨越全年。

綠藻門中藻體呈薄葉狀的有礁膜(*Monostroma nitidum*)，以假根固著於岩石上，柔軟可食用，體型小，若 3-4 月在海邊看到有人在岩石表面刮採，並用小型網籃收集，就是採礁膜。石蓴(*Ulva lactuca*)、孔石蓴(*Ulva pertusa*)大量繁生時可以讓整片礁石都覆蓋成翠綠色，裂片石蓴(*Ulva fasciata*)在潮池中可以長很長，甚至達 1 公尺，而且生長期可延至 6 月，若是長在高潮線的岩石表面，約 4-5 月就開始白化，牡丹菜(*Ulva conglobata*)幾乎終年可見，特別是 7-10 月，石蓴多已消失，尚可見小型綠藻鋪在礁岩上就是牡丹菜。藻體細長有澣苔(*Enteromorpha prolifera*)、指枝藻(*Valoniopsis pachynema*)、剛毛藻(*Cladophora* spp.)等，有些是硬質絲狀叢生，有些則是柔軟可食。澣苔在潮池中可以長半公尺，可供食用，但經濟價值不高。藻體有許多小圓球或盾形的葉片，如：棒型總狀蕨藻(*Caulerpa racemosa* var. *laete-virens*)、盾葉蕨藻(*Caulerpa peltata*)，多分布低潮線，總狀蕨藻是高

檔餐廳的一道料理，稱為海葡萄，但臺灣海域很多污染物，所以多半從國外空運來臺。

紅藻門也有很多可供食用，在這裡最有名的是石花菜(*Gelidium amansii*)，分布範圍從潮間帶至潮下帶，石花菜採集者通常潛入潮下帶，因為較乾淨也比較大型。石花菜採集量大，常見用大型網袋裝，因為富含膠質，經過反覆曝曬後，可熬煮成石花凍。其他紅藻門類似石花菜，紅色呈羽狀分枝的種類還有很多，常見如翼枝菜(*Pterocladia capillacea*)、櫛齒藻(*Delisea pulchra*)、海頭紅(*Plocamium telfairiae*)；成不規則分枝的龍鬚菜(*Gracilaria* sp.)、盾果藻(*Carpopeltis* sp.)也是含膠質，但不會留下石灰質。紅藻門中數量很多卻較小型，絲狀或針葉狀的有刺沙菜(*Hypnea spinella*)、巢沙菜(*Hypnea pannosa*)、縱胞藻(*Centroceras clavulatum*)、牛角樹(*Polyopes polyideoides*)及小杉藻(*Chondracanthus intermedius*)等。桃園觀音藻礁區之潮上帶可看到刺沙菜大面積分布，向外延伸至少 300 公尺範圍，整片呈紫紅色地毯狀，要看到現生的無節珊瑚藻要走 400 公尺到低潮線或潮下帶。

褐藻門的重緣葉馬尾藻(*Sargassum cristaeifolium*) 生長藻礁區的低潮線及潮下帶範圍，盛期在 5-9 月間，形成小型的馬尾藻海，特別在北海岸生長量大。其他褐藻門藻類常見有囊藻(*Colpomenia sinuosa*) 從珊瑚藻群的縫隙中冒出來，這些不同的種類，各憑本事，搶奪最佳位置，為了行光合作用，每個小縫，只要陽光透得進來的地方，就會鑽出一株株藻，圓的、扁的、長的、短的，紅紫黃綠褐，五顏六色，所以春天來到藻礁區的潮間帶真是色彩繽紛。

#### ◇ 珊瑚&海葵--刺胞動物

##### ➤ 珊瑚

潛到藻礁區的潮下帶，最優勢的是紅藻，在一片紅紅的藻叢上，有時會看到珊瑚蟲綱(Anthozoa)會造礁的石珊瑚，如菊珊瑚科(Faviidae)、軸孔珊瑚(*Acropora* sp.)、鹿角珊瑚(*Pocillopora* sp.)，或不會造礁的肉質葉形軟珊瑚(*Lobophytum sarcophytoides*)、柳珊瑚(*Rumphella* sp.)等，皆屬於刺胞動物門，身體主要構造是由兩層細胞構成空的消化循環腔，因此也稱腔腸動物。

可以在藻礁區存活的珊瑚都是耐性較強的種類，要忍耐海水的濁度偏高，有時候水實在太濁了，珊瑚體內的共生藻就沒辦法行光合作用而白

化，甚至死亡。這時造礁紅藻們就會趕快在這塊石珊瑚上附著，迅速生長。雖然每株紅藻都想要長快一點，但是就是只能薄薄一層層的疊，一旦水清澈了，珊瑚蟲幼苗附著生長後，不需幾年就會累積十幾公分，只是水清澈的機會不大，所以大部分時間還是珊瑚藻的天下。

現生石珊瑚在桃園海岸很罕見，北海岸藻礁區內尚有少量現生軸孔珊瑚、鹿角珊瑚夾雜生長。整個桃園都可以發現珊瑚殘骸，若在新街溪口或大鼎海岸等曾被開挖處，檢視殘留的礁體碎塊，珊瑚礁的比例通常偏高，因藻礁的礁體結構比珊瑚礁鬆軟，所以破碎後較容易支解，即使在沒有現生珊瑚藻的富林溪口，仍然可以看到大塊珊瑚礁完整與藻礁膠結，常見菊珊瑚化石，可見在此地早期的水質相當不錯，讓珊瑚得以存活。然而，到底是什麼可怕的因素造成，現在無任何生物可存活。

### ➤ 海葵

就在藻礁區的低潮線及潮下帶，卻有幾處可以很明顯看到長成一大片，酷似珊瑚，就完全覆蓋在珊瑚藻的上面，壓得連珊瑚藻都沒辦法行光合作用。咦！水明明就不怎麼清澈，為什麼有這麼大片珊瑚？原來是同屬於刺胞動物門，珊瑚蟲綱的另一目--群體海葵目(Zoanthidea)。

群體海葵又稱菟葵，外形類似珊瑚群體，但不具骨骼或骨針，並不造礁，是減緩造礁速率物種之一。北海岸因為都市開發，造成廢水和陸源性沉積物污染，使得淺海礁區的石珊瑚被菟葵取代，菟葵適應能力強，可大面積生長，造成珊瑚無性斷裂生殖的分支片段難以存活。被菟葵密集覆蓋的礁體，也使得珊瑚有性生殖的幼苗沒有可附著生長的空間。如此便會呈現菟葵與珊瑚藻各占優勢，軸孔珊瑚僅少量殘存的狀況。

在清澈海域，由於軸孔珊瑚生長速率快，生長每年可達 10-20 公分，因此在造礁功能上扮演重要角色，若陸源性沉積物增多，而被珊瑚藻取代，造礁速率剩下十分之一；若連以珊瑚藻為主的群聚，也被菟葵取代，將大幅減緩造礁速率。此外，群體海葵具有菟葵毒素(Palytoxin)，毒素可藉由食物鏈蓄積，因而導致食物中毒。

群體海葵科的太平洋群海葵(*Zoanthus pacificu*)，生活於礁岩海岸低潮線至水深 2 公尺的碎浪帶，一般以群體形式生長。群體外觀上和石珊瑚中的菊珊瑚近似，個體間有共肉組織相連，密集分布，口盤徑多在 0.5 公分左右。個體伸展觸手時，觸手圍成兩圈，觸手常為綠色，但顏色多變，當

觸手收縮時則狀似小圓鉢，收縮後的柱部為灰白色，這時就和一般海葵外型無異。

瘤狀菟葵(*Palythoa tuberculosa*)行群體生活，基部相連，附著在礁岩表面或其他物體上，群體呈黃棕色，質地如皮革，觸手短小約 32-34 隻，退潮時，觸手縮入很厚的共肉組織中，因此礁岩表面會呈黃棕色似瘤狀突起。

袋狀菟葵(*Sphenopus marsupialis*)的身體底部呈圓錐形，個體間獨立，沒有共肉組織相連，直接吸附在沙質基底上，沒有任何吸附或運動構造，卻可以移動。

群體海葵是由許多個體透過共肉組織聚集在一起，吸附在底質，幾乎終生不移動，而在潮下帶的另一目--海葵目，卻是可以移動的。海葵身體底部長著一個肉質圓盤狀的足盤構造，足盤可以吸附礁岩上，甚至可緩慢位移，但很難有機會可以看出移動的方式。

屬於海葵科(*Actiniidae*)之球莖觸手海葵或稱四色篷錐海葵(*Entacmaea quadricolor*)，觸手的形狀及顏色多變，綠色、黃褐色或紫紅色，配上白色直條紋，漲潮時觸手的先端膨脹成奶嘴狀，俗稱奶嘴海葵。在大退潮時，觸手的形狀會萎縮成小長條，共生藻的綠色更深，足盤形狀更為明顯，直徑約 30 公分，雖不造礁，但在礁區生態系中，可提供魚蝦蟹覓食庇護場所，會有小丑魚棲藏其間，但在這裡，我還沒有看過小丑魚棲於海葵間。海葵可經共生的蟲黃藻(*Zooxanthellae*)行光合作用，得到部份的能源需求，又海葵觸手具有細長、有毒的刺絲胞，能夠螫刺和麻痺小魚或浮游而過的獵物，偶而利用觸手來捕食，以補充能量。

#### ◇ 開花的蟲管--環節動物

珊瑚、海葵都是在定點用觸手擷取食物，類似情形，也用觸手來取食的還有多毛類的纓鰓蟲，屬於環節動物門。多毛類大部分都棲藏在礁石孔隙內，除非破壞礁體或使用藥物，否則看不到廬山真面目。但是有一群築管營生的管蟲，雖說神龍見首不見尾，但當它們伸出花冠狀的羽鰓來濾食時，也夠讓人驚豔。印度光鰓蟲(*Sabellastarte indica*)屬於纓鰓蟲科(*Sabellidae*)，纓鰓蟲所築的蟲管為軟管，由膠質、革質或泥沙構成，具有特化的口蓋，能在觸手冠收回棲管時封住管口，防止其他動物的捕食。

## ◇ 海參、海膽與海星--棘皮動物

### ➤ 海參

傳說中的人間補品，在陸地上有人參，海中有海參，海參自古即為珍饈。但整體來說，臺灣海參的經濟價值不高，藻礁區最常見的海參—蕩皮參(*Holothuria leucospilota*)，體色呈黑色或紫黑色，體壁厚約 0.3cm，含有海參毒素，不建議食用。因採集者不多，所以可輕易在砂底表面的潮池，或在潮間帶的岩縫內發現，特別是生殖季 6-9 月間。蕩皮參身體為長圓柱狀，外形像黃瓜，所以英文名字叫海黃瓜(sea cucumber)，其體壁柔軟且能彎曲，管足不規則排列在腹面，腹面的管足具有吸盤，供爬行用，行動十分遲緩。棘刺也不發達，背部散生疣狀突起。表皮下的骨骼非常微細，為微小的石灰質骨片，沒有堅硬外殼保護，當遇到敵害侵襲時，海參的身體會急驟收縮，將內臟排出，供敵人取食，或從肛門排出黏稠的線狀物，將敵人纏繞住，內臟有再生能力，這與同是棘皮動物的海膽與海星大不相同。蕩皮參有楯狀觸手伸出的是口部端，會以觸手抓取沙，取食沙中的細菌及有機物，或抓取岩石上的嫩藻為食，肛門在後端。

海參、海膽與海星同為棘皮動物門，海膽與海星的殼由石灰質板構成，都是五輻性對稱的，口部端朝下，我們看到的是部分稱為反口面。

### ➤ 海膽

海膽的殼佈滿棘刺，像豪豬般，又名海刺蝟(sea hedgehog)，棘刺中空易碎，斷掉的棘刺可以再生長出來。白棘三列海膽(*Tripneustes gratilla*)更有叉棘可抵禦敵人，集中在步帶區的叉棘，有鈣質桿狀骨片支撐。白棘三列海膽的管足具有吸附能力，為了偽裝，常將海藻、小貝殼等雜物覆蓋身上頂部，外觀看來甚為雜亂，俗稱為「馬糞海膽」。

屬高經濟海洋物種的馬糞海膽，辛苦的偽裝及有毒的棘刺和叉棘，對應付人類而言，全部失效。海膽位於體腔步帶區的五個生殖腺，貼近硬殼內緣，連在體腔壁上，原是繁殖後代重要的卵巢，卻成為致命的因素。由於生殖腺可供食用，肥大成熟時味美，即俗稱的「雲丹」，許多人見過它們黃澄澄的生殖腺，卻不知馬糞海膽的廬山真面目。而馬糞海膽對於人類過度捕食的回饋，就是提供慢性病的致病原因--高膽固醇和高蛋白質，來導致饕客心臟血管疾病和尿酸過高。

馬糞海膽數量正在急劇漸減少，特別是人來人往的藻礁區。春末夏初的清晨，我在藻礁區看見覓食中的馬糞海膽，雖隱身於石蓴間，仍無法遮掩那鮮豔的顏色。海膽在生殖時有聚集的現象，繁殖時會將精子及卵子排出，在海水中受精，受精卵在水中發育為幼虫，經過數週的漂浮期後，變態成小海膽。

海膽有很多感應細胞在棘刺、叉棘及管足上，口器長在口面的中央位置，由五顆起角的牙齒所圍繞，肛門則在向上隆起的反口面中央。我仔細觀察海膽的運動，是靠細長且數目繁多管足及棘刺來行進，非必要不會移動，但真要遁逃卻很迅速。在反口面的表皮細胞中有眼點及感光細胞，對光線非常敏感，亦可偵測食物的來源、水流強弱。管足帶有黏性，在日間覓食時，亦會用反口面上的管足抓著藻類等，以遮蔽其身體。管足長約 1 公分，平常看似無用，當要去構遠端的藻類時，可以伸長成 6-7 公分，而且黏性還蠻強的，而且管足可以從四面八方的方向，伸長、伸長、再伸長，同時各自分別吸住遠處的藻類，然後把它拉過來，黏在身上，既可隱藏行蹤，肚子餓了還可以充飢。

在藻礁區會看見有些深凹槽，躲在裡面是具有堅硬的棘刺的梅氏長海膽(*Echinometra mathaei*)。為避免給海浪沖，梅氏長海膽利用在新陳代謝時所排放出來的碳酸，軟化洞穴壁，並以口器及棘刺來把洞穴弄大。似乎終其一生的將自己侷限在所挖的穴中，只能看到粗短棘刺，呈圓錐形，不需保護色，不需偽裝，卻很難一窺全貌。

### ➤ 海星

花冠海燕(*Asterina coronata*)身體表面有許多半月形及棘狀的骨板，雖有外殼保護，但還是很多敵人。但它們不需大費周章將海藻往身上擺，花冠海燕反口面的體色變異極大，會依照棲所顏色變化，還可模仿珊瑚藻生長至鈣化不同階段的顏色，若棲息的礁石上珊瑚藻已略鈣化成粉紅色，花冠海燕呈灰色的底色上會有粉紅色斑塊，若棲息的礁石上珊瑚藻為生長盛期的紅色，就會發現紅色的斑塊個體，若礁石是黃或綠色，體色也隨之變化成黃或綠色，還有雙殼貝內也會躲藏，呈灰色，可說是保護色的代表之一。為了躲避強光以及掠食者，花冠海燕的活動具有日週期性，即白天躲藏，傍晚出現，會在礁石上爬行。雜食性，會將胃翻出來消化它所碰到的食物，岩石上附著的藻類，軟體動物等各種小型無脊椎動物，甚至同類。

## ◇ 有殼沒殼一家親--軟體動物

軟體動物門中的螺貝類、章魚是我們熟悉的菜餚，而漂亮的貝殼更是蒐藏家的珍寶。軟體動物之螺貝類，貝類指雙殼綱(Bivalvia)動物，多數為濾食性，螺類指腹足綱(Gastropoda)動物，部分取食藻類，部分為肉食性，腹足綱有些有硬殼，有些殼退化成小片藏於肉中，如海鹿，有些殼完全退化，如石蟻，章魚屬於頭足綱(Cephalopoda)，有些具經濟價值，有些有劇毒，會要你的命。

### ➤ 有殼軟體動物

在藻礁區螺類中，有經濟價值，多年來持續被大量採集的是珠螺(*Lunella coronata*)，其殼形為圓球形，殼表有結瘤隆起，殼為灰綠或黃褐色，殼的開口有個蓋子，可以完全將殼口封閉，口蓋為石灰質，形狀似一個厚厚半圓形珠子，而得此名。早期，珠螺採集後，先挑出黏著口蓋的螺肉，再用重鹹醃漬，配稀飯吃，吃完後口蓋還可以拿來玩，所以珠螺這個名稱應該是老一輩臺灣人的共同記憶，隨著海洋汙染日益嚴重，體型也越來越小，許多地方已經逐漸消失了。

藻礁區最漂亮螺類就屬寶螺了，常見的有金環寶螺(*Cypraea annulun*)、阿拉伯寶螺(*Cypraea arabica*)等，金環或阿拉伯都是描述它們色彩外殼的紋路。活生生的寶螺會將外套膜伸出殼來，把背部包覆起來，外套膜上有些突起，是一種感覺器官。寶螺外套膜的顏色不像外殼的光鮮亮麗，呈現色澤較暗而不顯著，是一種擬態保護色，在野外若沒有仔細找，還真不容易看到。又因為有外套膜的保護，貝殼表面花紋鮮艷並保持光澤。寶螺無口蓋，狹長的殼口兩側有排列整齊的齒狀物，受刺激時，外套膜會迅速縮入殼內，殼口上好像梳子一樣的齒狀物，可清除附在外套膜上的沙礫及異物，避免進入殼內。腹足類的寶螺，腹面的足部相當廣，適合穿梭於岩礁之中，雜食性，主要以海藻為食。

附著在潮間帶藻礁區表面，最大量的是黑齒牡蠣(*Saccostrea mordax*)，殼緣有紫黑色波浪狀，通常以殼的平面處固定在礁岩上，不規則的突起面向上，會層層疊疊長在一起。屬雙殼類的牡蠣，也是餐桌可見的海鮮，但餐桌上只看到被挖出來的肉，若是肉的體型大至2公分以上，通常是臺灣西南海岸養殖的長牡蠣(*Crassostrea gigas*)。黑齒牡蠣的肉約1公分，雖較小型但肉質甜美，所以常會有附近居民，在海邊彎著腰，不辭辛苦，一顆顆將黑齒牡蠣撥開來，用小容器盛著挖出來的牡蠣肉。牡蠣被挖

開來剩下的殼，很快又有海中浮游的牡蠣幼生附著、成長，生生不息，持續提供人類享用。

附著後的牡蠣幼生終生不會移動，當退潮時就要忍受烈日強風。黑齒牡蠣可以生長在高潮線際，也就是它們可以忍受極端變化的環境，烈日高溫、無水乾旱，而成為高潮線際附著在藻礁表面最優勢的生物。

然而可怕的人類，竟然將工業化學污染物排入海中，藻礁表面層層疊疊長在一起的黑齒牡蠣，一夕之間全部暴斃，海中浮游的幼生也無法倖存，因此留下密密麻麻的死殼，見證人類的無情。

有時候，排入海中的工業化學污染物不僅是毒水，還帶有強酸，連原本附著在上面的黑齒牡蠣殼，都因為酸溶解了原有的殼與礁岩間的膠結處，而被浪沖走，只留下光禿禿的礁體。在這種海水中，無任何的生命可以存活，連不小心被海流帶進來的魚都會瞬間暴斃，被沖上岸，真的無法想像，原該孕育數以萬計生命的潮間帶，竟然變成空無一物，連想見證無情人類的機會都沒有...

真是令人難過，再回來看看還有黑齒牡蠣生存的藻礁上，還可以看到什麼？當然是愛吃牡蠣的蚶岩螺(*Thais clavigera*)。蚶岩螺是典型的肉食性貝類，會分泌一種酸性的物質在牡蠣的殼上，再用齒舌鑽鑿小洞，從洞口注入消化酶，把肥美的牡蠣溶解、吃掉。雌雄異體的蚶岩螺，生殖期自9月起，至隔年1-4月達到高峰，而後逐漸減少，但6-8月仍可發現少數產卵個體，所產的卵鞘會形成整片的卵鞘群。因繁殖力很強，所以在黑齒牡蠣附著區附近，族群數量非常多，死亡蚶岩螺留下的殼，就是寄居蟹的家。

在藻礁表面或縫隙間還有漁舟蜆螺(*Nerita albicilla*)、黑千手螺(*Chicoreus brunneus*)等等，是最容易觀察到的生物，但是行動緩慢，看老半天還是一個樣。注意看看，殼面若密生無節珊瑚藻，通常是很老的螺，活力很差，或是空殼，甚至已換成寄居蟹。

在高潮線與低潮線之間，緊貼岩石表面，可看到斗笠般橢圓形殼的軟體動物，有鵝足青螺(*Patelloida saccharina*)、花邊青螺(*Lottia luchuana*)、花笠螺(*Cellana toreuma*)、花松螺(*Siphonaria laciniosa*)。它們散布於岩石表面，其貝殼輪廓與岩石表面的凹陷配合，即使波浪很大，笠狀的圓錐硬殼仍可緊密的貼住。石鶯亦可以在退潮時與岩石表面的凹穴緊密結合，是一種古老的生物，其外殼有8塊連結橫板，屬多板綱(Polyplacophora)。這幾

種螺類的移動速度很慢，因此海綿、海藻等生物也會附著在他們的外殼上。而這幾類也都是防波堤、消坡塊的適生種，全臺海岸皆可見。

➤ 沒殼軟體動物

石蠟(*Oncidium verruculatum*)成體長約 5 公分，為扁扁的橢圓形，頭部有一對可伸縮的觸角，眼睛位於觸角頂端，呼吸孔位於身體後端。雌雄同體，雌雄生殖孔分開，初夏產卵。4-5 月可以看到大量體長 0.5 約的小個體，生活於礁岩海域潮間帶高潮線附近礁石區，夜行性，吃藻類。它的殼完全退化，無殼怎麼保護自己？

原來石蠟是保護色的高手，背面覆蓋灰綠外套膜配上許多小突起，就跟棲息環境中的礁石一模一樣。雖然我們看不到，但這保護色可騙不倒聰明的螃蟹。這隻抱卵的母蟹，怎能放過初夏肥美的石蠟，趕快拖回洞內，好好進補一下！

雜斑海兔(*Aplysia juliana*)或叫斑染海鹿，腹足後端發達呈圓卵形吸盤狀，體色變異大，有黃、綠、褐、灰等色澤，體表有不規則斑點，與環境色相仿，通常可形成良好的保護色，但在長滿綠色石蓴和許苔藻的潮池中覓食時，就很容易暴露行蹤。雜斑海兔是雌雄同體，雄性器官在右邊的觸角下面，雌性生殖孔在背部裂溝之中。交配時有時是整群的連鎖交配(chain mating)，中間的海兔會同時成為授精者和受精者。6 月夏初是繁殖產卵高峰，在潮池中可看到白色長條的卵團，細長的卵團內有數以萬計的卵。行動極為緩慢，卻沒有外殼保護，貝殼已退化成薄葉狀，小小片藏於肉中，個體受干擾時會強收縮呈圓球狀，受刺激時會釋出白色乳狀液體。

近年來海兔聲名遠揚，先前日本學者從海兔體內提取了化合物，可作為抗癌用，之後，日本另一群教授更進一步利用海兔腺體，制成一種高效抗癌劑。而且這種制劑只對癌細胞有消滅作用，對正常細胞無毒性。海兔抗癌制劑的研發，對海兔而言，是憂是喜還是未知數，但最有可能的是，臺灣還沒將海兔研究完成前，臺灣的海兔就已經被廢污水毒出癌症了。

看完一堆行動遲緩的腹足類，不禁納悶，軟體動物移動速度都很慢嗎？

那可不，看到章魚肯定讓你血脈噴張、興奮不已，頭足類的章魚(*Octopus sp.*)，可瞬間位移，不停的在礁石下的縫隙中穿梭，縫隙中可能會有美味的貝類或螃蟹，只見柔軟的 8 條腕足，分別探索不同方向，確認後，

身體便順著滑進去。就定位靜止後，也會瞬間變色，變成和環境相同的顏色，是偽裝界的高材生。

章魚是肉食性的，據說每條腕足就有 240 個吸盤，可以緊緊吸住獵物，章魚的口部具有形似鸚鵡喙的齒狀物，可用來肢解食物。章魚遇敵害時會噴墨汁，噴射的墨汁有麻痹敵人的毒素，對人類不但無害，還可食用。章魚的智力一直被人類津津樂道，甚至有假說認為，章魚的行為都是由學習得來，但它們卻沒有機會學習如何避免被人類捕抓。我在夜間調查拍照的同時，就已經有些正在享用大餐的章魚，莫名其妙的被職業捕捉人鉤起放入竹簍中。餐盤內的章魚已經被我們食用很久很久，但對於他的名字我還是有點弄不明白。只知道這種可以吃，另種豹斑章魚(*Hapalochlaena maculosa*)不能吃。

豹斑章魚身體表面平常呈黃褐色，受到刺激或危急時候會出現明顯的藍色環狀斑紋，為警戒色。在 8 隻腕足匯合處的小喙部有由章魚唾液腺內的細菌所製造河魴毒素，毒液對人類而言足以致命。

章魚的獵物包括螃蟹、魚類、貝類等，甚至同類，體型決定一切，有時獵人也會變成食物，瞧！這隻螃蟹竟然夾著一隻章魚。

#### ☆ 穿盔甲的武士--甲殼動物

螃蟹是屬於節肢動物門，十足目(Decapoda)的甲殼動物，將骨骼長在外面，有了這層保護，就像穿盔甲的武士，在藻礁區橫行無阻，是底棲動物中最容易觀察的一群。同是節肢動物門，等腳目(Isopoda)的奇異海蟑螂(*Ligia exotica*)，棲息高潮線之岩礁，快速奔跑看起來忙碌極了。鱗笠藤壺(*Tetraclita squamosa*)也分布於海岸的高潮線附近，緊緊附著礁石上，靜靜的，受大浪沖擊也文風不動，體殼呈圓錐形火山狀，通常具有銳利的邊緣，礁區藤壺種類很多，我不一一介紹，只是大家要注意，在這裡滑倒會很慘。

節肢動物門是很龐大的生物群，其中十足目的動物主要就是我們熟悉的蝦子、螃蟹、寄居蟹。蝦子有長圓筒形的腹部，歸為長尾類(Macrura)，腹部的肉就是我們吃的部分，腹部兩側具有發達的附肢，這些附肢可幫助牠們游泳。螃蟹的腹部則完全反摺在頭胸部的下方，歸為短尾類(Brachyura)，我們吃的肉則是在頭胸部，螃蟹腹部的附肢在雌雄兩性不同，雄性是 2 根交接器，透過附肢進行體內受精，雌性則是演變成抱卵的功用。而寄居蟹正好介於二者之間，腹部不像蝦子這麼長，而且不對稱，歸為歪

尾類(*Anomura*)，寄居蟹歪歪的腹部剛好吻合螺殼的空間，腹部尾節並有鈎鈎可以鈎住螺殼頂端。

藻礁區之高潮線經常聚集大量的螺殼，有時要仔細看，位移動作比較快的殼，通常主人都已經換人了。在這裡，寄居蟹種類及數量皆很多，有藍色細螯寄居蟹(*Clibanarius virescens*)、光螯硬殼寄居蟹(*Calcinus laevimanus*)等。寄居蟹是雜食性的動物，被稱為海邊的清道夫，常見整群一起活動，但因為只露出身體的小部分，想要看個究竟，稍一動到，就縮進殼中。有一些歪尾類並不寄居在螺殼裡，而是發展出了類似螃蟹的硬殼，如日本岩瓷蟹(*Petrolisthes japonicus*)，外型像螃蟹，但與螃蟹的區別是，它們只有3對步足，第4對很小，縮在甲殼底端兩側，此外，瓷蟹有一對很長的觸角及一對很大的鉗。外殼扁平的瓷蟹喜棲息在石頭下，除非翻石頭否則難以見其到身影。同樣很難看到全貌的還有長尾類的棘軸蝦(*Neaxius* sp.)，每每只能看到頭部探出動外，而槍蝦則就只能聞其聲，更難見其身影。

藻礁區最醒目的物種就是螃蟹，牠們適應因漲退潮所引起的各種變化，有些螃蟹的鰓演化出能從空氣中取得氧氣的能力，可以在陸地上停留較久，這類螃蟹頭胸甲厚實，如酋婦蟹科的司氏酋婦蟹(*Eriphia smithi*)，從它的顏色可以看出來這是在紅藻堆裡長大的螃蟹，大螯鮮明的紅橘與紅藻生長旺季時顏色蠻類似，而背甲的棕色系，與俯瞰礁體的顏色相符。藻礁的硬度對司氏酋婦蟹而言並不算太高，所以可以它們會在礁體上挖洞，遇危險時可立即返回洞中。然而司氏酋婦蟹甲殼厚實，看起來就是孔武有力，很少有機會看到它被吃掉，也因為成蟹沒什麼天敵，所以顯得有點肆無忌憚，隨處可見，是典型藻礁區代表。

相對於頭胸甲厚實，棲息於高潮線的螃蟹，另一群頭胸甲較扁平的螃蟹，分佈藻礁區低潮線至潮下帶，常見的種有裸掌盾牌蟹(*Percnon planissimum*)、白紋方蟹(*Grapsus albolineatus*)、細紋方蟹(*Grapsus tenuicratus*)。其中細紋方蟹、白紋方蟹喜歡守在礁石邊緣最為浪衝擊處，但從未因大浪來襲而被沖走，反倒是我一靠近它們就紛紛跳海逃生，礁石邊緣常會長綠藻，牠們身上的綠條紋就像綠藻的顏色。裸掌盾牌蟹扁平身體可以服貼在礁石上，再加上細長的步足的前端倒鈎，可以鈎住石縫，完全不怕潮來潮往強勁的水流，是潮下帶的代表。這裡潮下帶長滿紅藻，可以看到大大小小裸掌盾牌蟹，成群在礁石表面刮食藻類，而身上的顏色就像珊瑚藻的顏色。

喜歡棲息在潮間帶上部的岩石下或石縫中的螃蟹，同樣會隨環境將體色調整成類似岩石的顏色，如瘤突斜紋蟹(*Plagusia tuberculata*)棲息在長綠藻的棲所會是綠色花紋，而住在長紅藻礁石上的則有粉紅色斑；肉球近方蟹(*Hemigrapsus sanguineus*)以土黃綠為底並密佈暗紅色斑點；方形大額蟹(*Metopograpsus thukuhar*)灰黃色雜墨綠色斑；平背蜞(*Gaetice depressus*)除雜墨綠色斑，還會仿牡蠣殼的顏色，而有大塊的白斑。

越過卵石區，再往高潮線就是沙灘了，沙地上常見角眼沙蟹(*Ocypode ceratophthalma*)、中華沙蟹(*Ocypode cordimand*)等大型螃蟹，可快速奔跑，是典型棲息於砂質海域的蟹類，危急時會潛沙。小型蟹以股窗蟹最為優勢，棲息低潮線至高潮線間之壤質砂土，攝食土表之有機質碎屑，食後之圓形擬糞由螯腳取下，堆滿洞口附近，會排成放射圖形。

潮池內，甲殼前緣呈鋸齒狀的梭子蟹科最為常見，這類螃蟹第四步足已特化成扁平槳狀的游泳足，擅長游泳，族群數量龐大，當地居民也會捕抓食用，辨認兩性的方法為，雄性腹部是三角形，雌性是半圓形。常見的有環紋蟚蛄(*Charybdis annulata*)、晶瑩蟚蛄(*Charybdis lucifera*)、少刺短槳蟹(*Thalamita danae*)、底棲短槳蟹(*Thalamita prymna*)等。

在藻礁區中短槳蟹的數量與司氏酋婦蟹並列第一，所以被觀察到的頻率最高，不但可以看到精彩的交配情形，釋放卵粒的繁殖過程，還有捕捉到吃與被吃的各種鏡頭。司氏酋婦蟹的菜單包羅萬象，有時捕抓小魚，有時鉗住其他螃蟹拖進洞中，有時吃章魚，吃石蠃，有時還會拔珊瑚藻吃。同樣的，短槳蟹也會拔珊瑚藻吃，也吃小魚甚至同類。

這些拚命飽食的螃蟹大多是抱卵的母蟹，為了補充營養，會不顧危險的覓食。受精卵成熟時，母蟹通常會配合漲潮時，將剛孵化的幼體釋出，使其隨潮水漂流，行浮游生活。剛孵出的幼體稱為蚤狀幼體，俟蚤狀幼體經過 2-5 期的變態發育即成為大眼幼體，再經一次的蛻皮後成為稚蟹，即可再上岸適應陸棲的生活。

抱卵母蟹需要進補，所以會積極覓食，而這些掠食者的守則是：體型掌握一切，同類相殘不稀奇，速度更是關鍵，出手迅速才會贏，偷襲成功機會大，只要失敗就變鬼。辛苦掠食得到的是新鮮的美食，若是碰到死屍，也會毫不遲疑的大快朵頤，畢竟有食物時，要把握當下。在這裡螃蟹吃螃蟹，小魚過來吃殘渣，螃蟹再吃小魚，小魚就吃螃蟹剛釋放出來的小蛋蛋，這類的鏡頭，就在春季百藻茂盛，夏季繁殖高峰時，經常上演。

## ◇ 餐桌上的魚--脊椎動物

藻礁區有代表河口區廣鹽性淡水魚，有只在海洋生活的海水魚，還有兩側迴游的魚類。偶而看到代表礁石區，色彩鮮明的揚旛蝶魚(*Chaetodon auriga*)、耳帶蝶魚(*Chaetodon auripes*)的幼魚躲在小潮池中；六斑二齒魨(*Diodon holocanthus*)成魚則單獨出現在大潮池中覓食；成群出現的優勢魚類有：代表河口區的鰻科豆仔魚(*Liza* sp.)及代表藻礁區的褐籃子魚(*Siganus fuscescens*)、梭地豆娘魚(*Abudefduf sordidus*)、柴魚(*Microcanthus strigatus*)及黑深鰕虎(*Bathygobius fuscus*)。其中褐籃子魚就是臭肚魚，主要以藻類為食，是釣客或專業捕魚者重要魚獲。



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，這些垂首可得的食物，就像天上掉下來的禮物！看看這些短槳蟹左螯一夾就是一隻，右螯再夾又是一隻，噫！還有小魚游過來，趕快把魚頭咬下來，先暫時塞在肚子下面，空出一隻螯再夾一隻。捉到的魚一定要先吃頭或肚子，反正不能先吃尾巴，不然到嘴的大餐，可能會溜走哦。



## ◇ 稀有的唐白鷺

魚群除了養活許多底棲動物外，也吸引了許多鳥類前來覓食，其中包括列名國際稀有的唐白鷺。在潮池中生活的魚，體型並不大，剛好是唐白鷺的最愛。從春季到秋季都可以看唐白鷺在波濤洶湧的浪緣，小跑步的追逐魚群，尋找適合尺寸的魚，有時還會側著頭，避開水面的反光，以便準確的看清魚的位置。當小魚躲進岩縫中，聰明的唐白鷺會抖一抖腳，將小魚嚇出來。清晨及傍晚，唐白鷺會以潮池內的小魚為食，是藻礁區常客。咻！一條魚就到嘴了，吞下去，馬上再來一條。

觀音海岸曾養活 300 隻以上唐白鷺，一位在觀音拍攝水鳥十幾年的曾姓鳥友惋惜的說。而當時觀音海岸唐白鷺的身影，現在只剩下刊載在大地雜誌中的照片。

## 保育藻礁的重要性

藻礁是介於沙岸與礁岸的過渡帶，會同時出現兩大不同生態系的物種，物種實在太多，族繁不及備載，因此僅能把最容易觀察到、扮演生態關鍵角色的物種，或與我們生活有關的部分秀出來，透過畫面呈現，是否感受到美妙的生命律動。這裡介紹的所有生態照片都在藻礁區拍攝，而拍攝過程中，都沒有碰觸到生物，也不用翻石頭或挖礁體，若將石縫內的隱藏生物算進來，真難想像生物多樣性有多高。

許多人也許會納悶，我不是在談保育嗎，那為何一直在介紹美食？其實保育的目標除保護生物多樣性外，也包括自然資源可以永續利用，就因為大家對海洋的依賴，遠高於我們所能想像的，舉凡魚蝦蟹貝，即使是吃素的人，海藻也是重要的營養來源，還有從海洋生物中提煉出來，各種可以救命的藥。既然無法不依賴海洋提供的資源，那就試著瞭解，從中體會生態系運作。

看到短槳蟹不費吹灰之力就可以享用鮮魚大餐，而且鮮魚還源源不絕的供應著，連吃飽後，想要把這些小魚趕走，都還趕不走。

奇怪，這些魚瘋了嗎？明明螃蟹大軍在此，為何不逃走？反而留連在這些吃魚怪獸旁，一點都不怕。

關鍵在此，抱卵的母蟹會釋卵，而釋出的卵會成為小魚的大餐。小魚要長大，高蛋白質的蟹卵，是上天的恩賜。每年小魚吃蟹卵，母蟹吃小魚，倖存下來的魚，長大後回到海中，沒被吃掉的蟹卵，也有機會變成另一隻螃蟹。再擴大想，藻礁內部孔隙多，可棲藏多種生物，所有潮間帶的大小生物幾乎都在春夏繁殖，同時釋卵，孵出的各類幼生，再依賴著水中各種浮游生物成長，每種都有機會成功繁殖下一代。整個食物鏈看似殘忍，卻是生生不息，一直繁衍，而在藻礁四周的水域，也是海洋生物生息繁衍的重要棲地。



試想，如果藻礁區被開挖或遭受污染，小魚沒地方可以躲，也沒浮游生物可以吃，該如何長大？小魚沒能夠長大，那西北海域哪來的大魚？也就是，連桃園最後僅存的觀音藻礁區也被破壞，海岸的漁業資源枯竭，桃園縣的永安漁港也別奢望觀光休憩漁業。桃園全縣 39 公里的海岸就可確認--全線陣亡，若真如此，可以預知臺灣西北區漁場將會崩解。

因此桃園縣藻礁區在維持生態系平衡的重要性是遠高於北海岸及杉原海岸，雖然桃園藻礁會受到漂沙的影響，但被自然沙源覆蓋沒關係，因為生命會自己找出口，但是若因為工業化學污染物排入，而造成全數的生物死亡，這些才是我們要關心，而且迫切需要改善的。

再想想，在一段沒有任何生物可以生存的海域周邊存活的魚類或藻類會健康嗎？我們吃了這樣的海產會不會生病？為什麼罹癌人口會屢創新高？

## 藻礁之痛

### ◇ 北海岸

由於填海造陸、興建港口等大面積的開發行為，淡海新市鎮、八里污水處理廠、臺北商港這幾段海岸的藻礁已不復見，而富基、白沙灣、麟山鼻、淺水灣雖僅有小面積藻礁分布，但因容易到達，早已成為熱門的遊憩景點，住宿、餐飲帶來民生用廢水，多少污染海岸生態，還好沒有工業污水排入，生態系統還算穩定，只是偶而會有河豚大量暴斃後，被沖到海岸，原因不明。此外，北海岸為重要航道，偶而會發生輪船擱淺漏油事件，如2008年11月10日，一艘巴拿馬籍貨輪「晨曦號」因失去動力擱淺於北海岸的石門鄉近岸，船體破損並溢漏大量重油，造成附近石門至富貴角海域嚴重污染；2011年10月03日巴拿馬籍砂石船「瑞興輪」北海岸再度發生船難漏油，312.5噸的油料外漏，再度造成海域嚴重污染。

### ◇ 桃園海岸

#### ➤ 走過化學污染 30 年

桃園縣短短 39 公里的海岸線中，工業區林立，從 1980 年，工廠開始進駐各工業區，海湖工業區、坑口工業區、大園工業區、觀音工業區，幾乎所有的海岸線都在工業區的影響範圍之內。

蘆竹鄉與大園鄉交界之南崁溪流經海湖工業區，溪口東側之排水溝長年有墨黑色廢污水，極度惡臭，致使水中及周邊皆無動物可存活；這情形已持續多年，即使經通報權責單位處理，亦僅將被淤塞的出海口打通，將污水直接排入海域，但幾個月後，出海口又被東北季風帶來的砂石堵住，污水繼續滯留，不斷毒害這裡的生態。埔心溪口周邊因被棄置大量垃圾，又常有動物腐屍，亦極為惡臭。在新街溪口至老街溪口海岸，有時海水會呈墨綠色，由於兩溪流經大園工業區，溪水一直夾帶著污染物排入海中；富林溪、樹林溪、大崛溪等溪因流經觀音工業區，溪流的出海口不但瀰漫著一股溫熱的臭味，溪水經常墨綠色，有時還會呈現不正常的暗紫色與橘黃色。

顯然在北桃園及中桃園海岸，由南崁溪口至大崛溪口，這段長達十幾公里的海岸，經年累月的有污染物排入海中。工業廢水不僅污染海岸，造成藻礁無法存活，其他依附的生物當然也全部死亡，這段已被毒害 30 年的藻礁海岸，就像藻礁的大停屍間。也就是說，這麼耐命的石灰藻，還是敵不過人類的污染。站在海邊，眼前所見是毫無生命力、令人心驚的黃白色礁體，即使春天也長不出綠藻，長時間下來，甚至沒有任何魚貝蝦蟹可

以靠近，有些區域連卵石都被污水染色，讓人不禁搖頭，這樣無止盡的污染何時才會停止。

#### ➤ 觀音塘尾的工業區開發案

南桃園的悲慘命運始於 1992 年桃園縣政府報編開發大潭濱海特定工業區，根據資料推估，之前位於觀音塘尾的藻礁海岸，應該是臺灣面積最大的藻礁，但從 1997 年起工業區填海造陸，許多藻礁都被掩埋。

東鼎觀塘工業區係以填海造地而成，土地屬國有地，且海岸線不得私有，依規定東鼎應向國有財產局申請租用，但東鼎竟以十億元向國有財產局購得桃園外海海埔新生地 230 公頃，且事前各主管機關撤銷千餘公頃當地海域漁業權，並專案辦理國有土地變更。內政部區域計畫委員會於 2000 年有條件通過東帝士觀塘工業區開發案，當時為經濟部核准的北部唯一天然氣港。東鼎弊案，是一起掏空公共資產、圖利私人的重大弊端，因涉案的關鍵人東帝士集團總裁陳由豪滯留國外未歸而終止開發，但開闢觀塘港造成的生態浩劫，卻已經無法返回了。

大潭濱海特定工業區 1999 年開工，2000 年底陸續完成移交臺電公司建廠使用，臺電公司於 2006 年底前完成整體建廠工作，垂直海岸線的突堤不斷延伸突堤效應將海岸防風林吞噬。1995 年桃園縣政府擬定開發桃園科技工業區，2003-07 年施工，2008 年桃園科技工業區啟用，提供高科技產業發展。

#### ➤ 中油公司之天然氣管線工程

2006 年特有生物研究保育中心在執行「沿海濕地棲地劣化之現況評估與保育策略探討」計畫時，調查期間注意到桃園觀音藻礁有工程人員在測量，經進一步調閱環評資料，才發現中油公司計畫在小飯壠溪口至新屋溪口間進行工程，進行的是「臺中至大潭天然氣管線新建工程」之上岸段管線工程。此外，臺灣電力公司、東鼎公司及經濟部工業局所提出之環評報告書中，皆繪及要在本段海岸建置 6 道突堤。

我們先行文環保署，建請依環評法第 18 條「命開發單位提出因應對策」，歷經幾次現勘及會議研商後(湯曉虞、劉靜榆 2008)，在一次例行繳交農委會的新聞稿中，我因額外補充的資料，獲得聯合晚報記者重視，而躍上 2007 年 5 月 8 日聯合晚報頭版頭條。5 月 8 日新聞發布後，瞬時引起大迴響，5 月 9 日媒體們持續鎖定，分別佔上聯合報、自由時報生活版頭條。我則持續與中油公司溝通、協調，並提出建議，雖有得到修改施工路線的承諾，但最後中油公司仍依原訂契約開始施工。

因為環保署函請中油公司於 2007 年 5 月 31 日提出因應對策，但在送環保署審查前，中油公司 5 月 14 日即已偷跑動工開挖藻礁。此事件，於 5 月中下旬被自由時報、聯合晚報、聯合報、蘋果日報等報紙以及電視新聞、廣播電臺強力撻伐。而我面對龐大財團之中油公司，以及政府複雜行政體系的不同壓力，雖然一路走來，倍感艱辛，幸好特有生物研究保育中心湯主任曉虞不斷予以支持打氣。

2007 年 5 月，輸氣管線工程直接穿過完整的藻礁，原本允諾只開挖 4 公尺的寬度，也因為搭設工作平臺及堆置開挖後的藻礁碎塊而大幅度增加了影響區域，實際施工寬度範圍共達 22 公尺之多，開挖之土方未妥善堆置，直接覆蓋在一旁的藻礁上，經潮水沖散後，泥沙覆蓋附近大面積的藻礁，而大幅度增加了影響區域，使得藻礁面臨嚴重的二度傷害。再由於施工瑕疵造成斷管等因素，整個工程延宕至 2008 年下旬仍無法順利完工，長期的海沙擾動，整個海域變混濁，細沙覆蓋在藻礁上，使得珊瑚藻生長狀況極差。

當中油埋管工程開始施工，破壞就已經造成，事後中油公司雖不斷道歉，也僱請當地居民把挖開的藻礁碎塊回填到開挖處，承諾周邊的生態復舊造林，並且邀請不同領域的學者及相關單位進行檢討與經驗傳承，避免相同狀況再次發生，但對藻礁海岸而言，發展至此已是無法挽回的局面，即使花費數千萬，歷經數百年，這裡也無法復原...。其實當時只要參考我們的建議，將輸氣管線南移 150 公尺，建置在老天預留的河道中，就可以完全無損美麗的藻礁海岸，但卻因為對保育的警覺性及應變能力不足，讓藻礁留下一道醜陋的疤痕。我並非強調藻礁是最為珍貴的生態系，也不指責管線開挖工程是罪大惡極的破壞，但若施工單位能就金錢上的損失與環境破壞成本做合理量化的評估，更為友善的對待我們的環境，或許結局不是如此。

而海管佈設及上岸段施工時，大型機具拉管而擾動海床底質，造成此段海岸的沉積物、懸浮固體量較之前高很多倍，而這種擾動所造成的影響幾乎是人力無法改善的，只能靠海水自淨能力來恢復，再多道歉的也於事無補。桃園觀音藻礁區，在 2008 年衛星圖上，顯示出來部分中油埋管工程施工後的痕跡，與旁邊工程比起來，實在是小巫見大巫，但在工程現場看到時，已是令人怵目驚心的浩劫，實在難以想像其他大型開發案的破壞力有多大。希望中油或其他開發單位能從此次的經驗，對環境的敏感度更高些，然而若非全民覺醒，下一個也是已通過環評的工程進來，我們能奈它何？

## 藻礁之轉機

報載「中油埋管偷跑 殺了千年藻礁」(96.5.17 自由時報 A9 版)、「經濟贏環保 中油開挖藻礁」(96.5.18 聯合晚報頭版)、「千年藻礁又被中油鋸開完了」(96.5.19 聯合報 A7 版)、「千年藻礁 中油毀 1.1 公頃」(96.5.19 蘋果日報)新聞及中廣新聞網聯播新聞話題—「千年藻礁面臨工業開發破壞」...

◇ 危機就是轉機

藻礁事件經新聞媒體報導後，引發正面效應是將來開發單位之環評報告中應更重視生態系的調查，施工過程也受到全民監督。危機就是轉機，2007 年 4 月 30 日環評現勘時的具體結論之一包括設置保護(留)區。

劃設保護(留)區是現場調查的我，發自內心的渴望，有機會能保留這片僅存的藻礁，這也是生態研究者為保護環境所能盡的心力。期望保護區的劃設，除能阻止其他工程再次傷害，能更有效限制污染物排入此海域。

有關劃設保護區的各種方案陸續發酵，經與湯主任、專家學者及相關機關等多次討論各種法源適用及可行性。劃設為地質公園，可以保護地景，又可以發展觀光。但目前中央法規並無有關地質公園設置之相關規定，因此建議桃園縣政府可參考澎湖縣之地質公園自治條例草案。

澎湖縣地質公園自治條例參考國外推動地質公園的模式，整合地方力量，發展具地方特色的「地質公園」，除了可針對地質地地形進行保育相關活動，亦能創造深度生態旅遊中地質旅遊的資源，為地方自然與文化襲產創造永續發展的另一途徑。但地質公園需依地方自治條例，由縣(市)政府各別擬定，法規研擬後再送議會審查，審查通過後再送主管機關(行政院農業委員會)備查。整個過程不但曠日廢時，而且用來對付這裡沈重的開發壓力，實在太無力了！

若依據文化資產保存法第 3 條第 7 款之「自然地景」指定為自然保留區，有現成之法源，只要由指定之主管機關在所在地點舉辦說明會，並聽取當地住民意見後，擬具自然保留區可行性評估及範圍劃設規劃書，提經自然地景審議委員會審查通過後，辦理公告。而且指定為自然保留區後還是可以變更範圍，重點是文資法很明確，也很嚴格，對於這裡永無止境的破壞，應有相當的嚇阻效力。

首先，要研擬自然保留區之申請書，這可難倒我了。幸好，臺灣蠻野心足生態協會及臺北律師公會之文魯彬、林加三、許山木、蔡雅滢等多位律師主動協助，臺北律師公會的律師們不但沒有任何酬勞，還籌組海岸生態小組，大家在全無經驗又毫無頭緒中慢慢摸索。又因時間急迫，而常常需要挑燈夜戰，經過多次會議討論，於 2007 年下旬，草擬指定藻礁為自然保留區之申請書開始有了雛形，包括分布位置、藻礁珍貴稀有獨特性、劃設範圍、面積、人文及法規等部分。同時，內政部營建署於 2008 年 3 月 12 日進行現勘，經由我針對藻礁進行簡報後，營建署也認同，並行文桃園縣政府，建議保護方案。

經過幾個月補充資料，申請書終於定稿了，臺灣蠻野心足生態協會並與其他七個民間保育團體發起劃設保留區的連署，於 2008 年 5 月 9 日函文行政院農業委員會，申請指定藻礁自然保留區暨自然紀念物。

#### ◇ 臨門一腳--暫列藻礁海岸為自然保留區

三個月後，2008 年 8 月 19-22 日，聯合晚報、聯合報、經濟日報等媒體，再次大幅報導中油未依承諾施工，破壞藻礁被開罰的新聞。

- ✓ 「覆沙+汙染 觀音藻礁告急」(2008-07-25/聯合報/C1 版)
- ✓ 「施工未依承諾 中油破壞藻礁被罰 30 萬元」(2008-08-19)
- ✓ 「中油施工破壞藻礁 罰 30 萬元」(2008-08-19/經濟日報/A13 版)
- ✓ 「未盡保護藻礁地景責任 環保署罰中油 30 萬」(2008-08-20)
- ✓ 「藻礁保育 誰之責?」(2008-08-21/聯合晚報/A14 版)
- ✓ 「中油埋管線挨罰 拔鋼樁又挨罵」(2008-08-21/聯合晚報/A14 版)
- ✓ 「藻礁地劃保護區 被當皮球踢」(2008-08-22 聯合報)

#### 2008-07-25/聯合報

農委會特有生物研究中心最近調查又發現，桃園縣大園鄉至觀音鄉海岸藻礁地形持續被覆沙和水汙染破壞，有惡化的趨勢，讓特生中心憂心忡忡，劃設法定保護區刻不容緩。

#### 2008-08-21/聯合晚報

藻礁剛被破壞之初，特生中心就提出由地方政府趕快根據文化資產保存法，劃定海岸自然保護區.....觀音海岸藻礁區環境敏感，現在有多項工程環伺周遭，如大潭電廠、風力發電機、中油管線布設等，.....落實環境保育，就該提出土地管制的上位計畫。

2008-08-21/聯合晚報

中油公司鋪設天然氣海底管線工程破壞桃園保生海岸藻礁，被環保署環境督察總隊裁罰 30 萬元。農委會特有生物研究中心研究員劉靜榆說，桃園縣觀音海岸有臺灣西海岸保存最好的藻礁地形，中油地下輸氣管線工程破壞已無法挽回，事實上，桃園海岸藻礁的棲地環境有惡化趨勢，劃設法定保護區刻不容緩。

2008-08-22 聯合報

中油在觀音鄉保生海岸進行天然氣管線工程，未對珍貴的藻礁提出防護措施挨罰 30 萬元；農委會特有生物研究中心研究員劉靜榆和地方環保人士認為，罰款對中油不痛不癢，藻礁棲地環境日漸惡化，中央和地方應捐棄成見儘速劃設法定保護區。

2008-08-22 聯合報

內政部營建署年初曾建議桃園縣政府，桃園「海岸自然保護區」中的藻礁地形維護，可依文化資產保存法，灘地和防風林保護則依野生動物保育法，公告為自然保護區。.....劃設藻礁保護區的用意，是避免棲地繼續受到人為破壞，畢竟它是地球環境變遷遺留下來的珍貴紀念品，澎湖縣政府依地方自治法訂定管理辦法，保護當地珍貴的自然資產玄武岩，可做桃園縣政府借鏡.....。

透過媒體的重視，劃設保護區的共識逐漸達成，並獲得廣大的支持，這一連串的報導，還真是臨門一腳，臺灣蠻野心足生態協會在 5 月送出的申請書，很快的在三個月內就獲得回應。

對此，行政院農業委員會於 2008 年 8 月 26 日召開藻礁海岸保護區現勘，由代表中央的方國運主持會議，與代表地方的桃園縣政府及多位審議委員親臨觀音藻礁海岸，經我於現場說明後，審議委員一致認同藻礁之珍貴性，當場決議根據文化資產保存法第 3 條第 7 款之「自然地景」，成為劃設保留區前之列冊追蹤，暫列藻礁海岸為自然保留區，暫時受到文化資產保存法的保護，並於 9 月正式函復臺灣蠻野心足生態協會。

能獲此結果實在是振奮人心，再過來就等主管機關公告後，成為正式的自然保留區。

## 藻礁之危機再現

◇ 三年後仍是列冊追蹤的「自然保留區」

依據文化資產保存法，「自然保留區」之主管機關，在中央為行政院農業委員會，在縣(市)為縣(市)政府。然而不論以任何形式的保護法都需要地方政府的配合，才可以有效的經營管理，因此在農委會的覆函中明確的指出，將寬列經費補助桃園縣政府辦理藻礁評估公告觀音藻礁區為「自然保留區」案之前置作業。但自 2008 年列冊追蹤後，農委會林務局每年編列 150 萬之經費，但桃園縣政府皆未辦理，每到年末才解繳公庫。

直至 2011 年下旬，因中油桃園煉油廠遷廠案，桃園縣政府屬意觀塘工業區的消息曝光，於是桃園縣大堀溪文化協會串聯荒野保護協會等民間有志人士，發起「觀音不要煉油廠自救會」，配合總統及立委選舉的運作，幸運地擋住經濟部即將宣布廠址為觀塘工業區。此事件讓在地居民體認到，要真正有效阻擋污染工業再進駐觀音，最好的辦法就是讓整個桃園海岸藻礁區早日成為自然保留區。過程中更發現觀音藻礁早在 2008 年已進入「自然保留區列冊追蹤」的階段，可惜桃園縣政府未能貫徹執行，以致本案成為懸案。

而此列冊追蹤之自然保留區經大堀溪文化協會等在地居民追蹤，並不斷予縣府壓力，又經媒體報導後，縣府終於在 2011 年 12 月匆忙上網公開招標，辦理「桃園觀音海岸藻礁生態委託研究調查及推廣教育案」。縣府聲稱因本次標案流標，故暫緩辦理評估公告觀音藻礁區為「自然保留區」，但之前的三年時間，縣府皆未辦理任何相關評估委託。

以工業發展為主的桃園縣政府，將此任務交給農業發展局之植物保護科，由胡科長負責，植物保護科綜理林務相關業務，而野生動植物暨生態保育工作僅是她許多業務的一部份。重點在縣府發展方向，並非胡科長所能掌握，若縣長認為自然保留區會影響桃園工業發展，縣府在進行決策時當然會避之唯恐不及。雖然很體諒她身為公務員的無奈，但是對照藻礁區生命的流逝，我認為劃設自然保留區，不單是植物保護科的事，甚至藻礁存亡連鎖效應所影響層面，已不是縣政府的層級，而是全國性的議題，海域的健康與否，直接影響臺灣島上每個人，為了工業發展，有需要用全民健康去買單？

## ◇ 破掉的蛇籠護岸

透過航空照片和地圖比對，加上現地觀察、測量，都可以感受到臺灣西北海岸後退明顯。楊美萍(2004)以 GIS 技術及地圖分析顯示，桃園縣海岸在 1904-2001 年間，老街溪至大堀溪之草漯海濱，海岸線侵蝕後退達 20-280 公尺，此段海岸的沙丘在 1978-1994 年間也向內陸後退 30-160 公尺。許民陽教授(2009)更指出，臺北淡水河口以南的八里海岸，20 年來累計的後退量可達 306 公尺，大園鄉潮音至草漯一帶也有 100 公尺左右。

然而臺電公司在小飯壠溪口北岸設置的電廠進水口—垂直海岸線的導流堤，所造成的突堤效應，使局部海岸更明顯後退，原本該是捍衛家園的防風林日漸消失。再加上中油天然氣管線埋設施工時又破壞了一長帶的防風林，讓小飯壠溪口南岸不斷內縮，中油管線雖完工，但防風林復原困難，該段海岸侵蝕嚴重。

由於長堤必然造成突堤效應，所以原本在桃園觀音藻礁區已預定的施工項目中，還包括連續 6 道短突堤工程，就是為了要養灘，以保護海岸。事實上由石灰藻類所建造的礁體，就能保護海岸及陸地，若堤防蓋在藻礁上面不但會改變環境，也勢必影響在此生長的造礁生物，進而破壞整個生態系。試想，藻礁上面如以人工設置突堤，將直接把藻礁生態系徹底破壞，這種不可逆的開發是無法復育，因此預定連續 6 道短突堤的施工項目，已在後來的環評過程中被否決了。

既然設置養灘的連續突堤不可行，為保護國土，臺電及中油出資委請經濟部水利署第二河川局代為發包，於小飯壠溪口南岸，設置平行海岸線長帶狀之蛇籠護岸，工程於 2008 年 8 月 27 日開工，並於 2009 年 5 月 26 日完工。但因同年 8 月間莫拉克颱風侵襲，臺電之長突堤所形成的入射波，造成蛇籠護岸被攻擊點破損。搶修工程以消波塊補強，第一階段雖已於 2010 年 1 月 28 日完成，但損壞情形不但沒改善，還日益嚴重。

更可惡的是，從被沖破的損壞處，可看到蛇籠護岸內被回填之沙泥是事業廢棄物；而最慘的是，以消波塊補強的措施幾乎無效，損壞面仍不斷的擴大，蛇籠護岸內回填之受污染沙泥正不斷被潮水淘出，並覆蓋於礁體上，嚴重影響生長。再來，後續將推動之「桃園觀音鄉觀塘工業專用港以南海岸保護措施規劃方案」，似乎又要規劃興建一座龐大的海堤。

#### ◇ 石門水庫淤泥救海岸，如何救？

更可怕的政策是所謂石門水庫淤泥救海岸，新屋鄉積極爭取石門水庫淤泥堆置於海岸，以解決海岸後退的問題。

石門水庫上游集水區因颱風及地震造成大量崩塌，目前淤積面積已高於各進水口，13 座沈澱池已有 11.5 座堆滿淤泥，體積達 360 萬立方米，再加上新屋海岸長期遭侵蝕，新屋鄉公所想要復育海岸線、推動觀光，決定配合北水局石門水庫淤泥養灘再利用計畫，所以北區水資源局提出石門水庫淤泥應用於桃園海岸之方案規劃及實施計畫，想要同時解決石門水庫淤泥清運問題及桃園部分海岸侵蝕問題。

海岸侵蝕如何救？海浪的力量讓大噸位的消波塊也招架不住，那石門水庫淤泥應用於桃園海岸之方案，可預見被沖散的沙泥等沈積物，將不斷覆蓋於礁體上，當大量淤泥長期覆蓋，珊瑚藻無法生存造礁...

#### ◇ 躲不掉的污染

目前桃園珊瑚藻生長狀況極差，但不僅沙泥覆蓋於礁體上，桃園科技工業園區、環保科技園區將陸續招商，桃園科技工業園區中的面板等工廠所產生的稀有重金屬可能已悄悄進入藻礁區。精密機電工業、半導體工業等將帶來可怕的環境污染，這在新竹海岸已是揮之不去夢魘，將要在南桃園重演。而環保科技園區美其名為「高級資源再生技術」、「高級環保技術」及「生態化產業」，但實際上是要處理事業廢棄物等高污染物。

請問企業對於此類污染物控制技術成熟了嗎？

問問海裡的魚就知道...

當整個桃園沿海區域都沒有魚...

永無止境的惡夢，躲不掉的污染，所有生物無一倖存

桃園海岸環境問題攸關整個海洋生態系的健康

因為藻礁提供海洋生物幼年時期躲藏的場所

北桃園及中桃園的藻礁海岸已被毒害 30 年，就像藻礁的大停屍間

現在南桃園的藻礁海岸也已奄奄一息，需被送到加護病房進行急救了

當南桃園也淪陷

這裡的海洋生態系將會崩解...

## 如果還有明天——我們該留下什麼給子孫

觀音海岸經過長時間的鈣化與堆積作用，才造就此一特殊的藻礁地形。現在藻礁前緣的石葉藻，仍不斷成長、鈣化，緩慢形成礁體。春夏之際是海洋生物繁殖、產卵及育幼的季節，臺灣海峽北部近岸環境中，觀音藻礁提供主要場所，而潮間帶的高物種多樣性與豐富度，亦是支持臺灣西北海域重要生態系統。特別是藻礁的生態系與珊瑚礁的生態系並不相同，可能有些依賴這種生物礁為生的生物，若這片藻礁消失，這些生物也會跟著消失。而這裡孕育的各式螺、貝、蝦、蟹都是周邊社區居民長年賴以維生的命脈，群聚在此的各種魚苗，也是他們一項重要的收入來源。

### ◇ 十幾年毀掉數千年的功夫

看看十幾年前的藻礁！再看看今日的藻礁海岸！我們不禁感歎，藻礁的造礁速度，永遠趕不上人類的開發腳步。

臺灣的藻礁海岸被破壞有多嚴重？從淡水新市鎮、臺北商港、八里污水處理廠，到大潭電廠、觀塘工業區及未能完成的天然氣接收專用港—觀塘港。因為許多垂直海岸的人工建物，包括港口的闢建或導流突堤工程，造成海岸線顯著的侵蝕或淤積變化，其影響程度更勝於全球暖化形成海平面上升的數十數百倍。目前及早期大面積的開發案，除了在大潭電廠外側突堤之間在低潮線際，可發現造礁藻仍很努力在生長外，大多數海岸並沒有任何的蛛絲馬跡可供查證。只是人們並沒有記取教訓，突堤效應，海岸不斷內縮，未來又要興建另一座海堤來保護國土。

興建海堤會減少自然海岸的長度，但是和污染比起來，污水更是無孔不入的惡魔，殘殺流經範圍的每個生靈。海岸羅列各式工業區，有傳統產業，也有精密高科技的電子業，這些污染也包括許多稀有重金屬，但卻不在環保署的規範中，而其影響仍是未知。總之，人工建物使海岸地形劇烈變遷，再加上污染，許多底棲性生物族群大量消失，整個海岸生態系面臨崩解的危機。

這些破壞不但造成整個生態系瓦解，連帶仰賴這片藻礁海岸的居民也要被迫改變生活形態。

### ◇ 藻礁是否有未來？

劃設保留區是對受威脅生態系的基本防護，而對於此海域的基本要求是，原來住在這裡的生命可以存活。

若有保留區的法源依據，可以要求工廠確實遵守排放污水標準，故意偷排污染物應受更嚴厲的處罰。臺灣的亂象就是，某工廠節省數十萬的污水處理費，賺錢自己的，卻讓全民吃有毒的海鮮。每家工廠都這樣排啊！魚全死光了，到底是誰幹的？還要受害者自己去找答案！

原來藻礁海岸周邊社區居民也很想要保護，但一聽說，文資法的罰則很嚴格，將來都不能進到保留區內，有些居民就退縮了。但若是污染持續排入，有一天，即使沒有文資法的限制，要邀請你進入，你可能也不想來，因為已經空無一物了。

大堀溪文化協會大聲疾呼「還我有魚的溪流」，觀音的大堀溪裡沒有魚，沒有魚的溪水有多毒？而溪水將會流入海中...

在傳統及新興的工業交互作用，桃園的溪流下游沒有魚，其實不僅有大堀溪，而且也不是最近的事。我們希望沒有魚的範圍不要再擴大，為了海裡的生物，也為了你自己，請支持桃園藻礁海岸劃設為保留區。

在保育與開發案的抗爭中，桃園藻礁海岸的狀況較特殊，從七股工業區、濱南工業區、大肚垃圾掩埋場到國光石化，抗爭的對象都是預定開發案，但這裡面對的是早期傳統工業及新成立的高科技產業，而污染源更包括以暗管偷排的廢水，及某些不在環保署規範中的稀有重金屬。

若桃園藻礁海岸真有幸可以被劃設為保留區，將來還有更多努力的工作，目前才是此事件開始，若連這張保命符都沒有，那這個聚寶盆中的生命樂章就要永遠劃下休止符了。



在沒有現生珊瑚藻的富林溪口，仍然可以看到大塊珊瑚礁完整與藻礁膠結，常見菊珊瑚化石。可見在此地，早期的水質相當不錯，讓珊瑚得以存活。然而，到底是什麼可怕的因素造成，現在無任何生物可存活。

## 作者後記

安徒生童話野天鵝的故事中，敘述一位公主為了解救被詛咒而變成天鵝的哥哥，夜晚到摸黑到墓地裡採集苧麻並編成衣服，卻被當成女巫，準備用火燒死，最後一刻，她將還沒完全織好的衣服丟到天鵝身上，終於破除哥哥們的魔咒。

當我決定將這本書出版的時候，我的腦海中就浮現這個故事。藻礁在學術的研究不多，也沒有多少經費支持，我也僅有在 2011 年以本中心公務預算約 30 萬的經費執行「臺灣藻礁分布及生長特性研究」計畫。藻礁的研究離完成還有很長的路要走，但是桃園藻礁現在已經病入膏肓，若要等全部完成才來發表，那時可能是訃文吧！

藻礁區是介於沙岸與礁岸的生態系，會同時出現沙岸與礁岸的物種，物種多到眼花撩亂，本書僅能把我們生活最有關的部分，盡量用大家都能體會的說法，把生態與我們的關連及生命的意義帶出來。特別值得一提的是，本書所有在藻礁區拍攝的生態照片，拍攝過程中都沒有碰觸到生物，完全以等待來尊重每一個生命，並將美妙的生命律動，透過畫面呈現。

看到 2007 年時在桃園藻礁區怵目驚心的工程浩劫，在衛星圖上就可以顯示出來，但若與旁邊工程比起來，實在是小巫見大巫。原本是希望施工完成後可以恢復到 2006 年時的生態狀況，但是新的威脅接踵而來，這裡的狀況不但沒有恢復，連我最擔心害怕的化學污染也擴及這裡。生態系若破壞到臨界點以下就很難救得回來，恢復的時間也要拉長很多倍。

若說藻礁是因為被漂沙覆蓋或是海浪侵蝕等自然因素的影響，當然不是我們所需要去改變的，也不是人類力量所能控制的。被自然沙源覆蓋沒關係，因為生命會自己找出口，但是若因為工業化學污染物排入，而造成全數的生物死亡，不適當的人工構造物所引起漂沙移動方向改變，或把事業廢棄物拿來填充海堤，甚至把水庫淤泥搬來海岸，這些才是我們要關心，而且迫切需要改善的。

不要找我要證據，證據都在海裡面，同樣是藻礁，有些區生氣盎然，有些區卻是空無一物，只有光禿禿的礁體。在這個節骨眼，我只能趕快拋出這本不完美的作品，拋磚引玉，更希望能挽救這片被詛咒的桃園藻礁。

特有生物研究保育中心 劉靜榆

2012.04.18

## 參考文獻

- Bosence DWJ. 1983. Coralline algal reef frameworks. J Geol Soc London 140: 365-376.
- Boudouresque, C. F. 2004. Marine biodiversity in the Mediterranean: status of species, populations and communities. Scientific Reports of Port-Cros National Park. 20: 97-146.
- Morton, O. and Chamberlain, Y.M. 1985. Records of some epiphytic coralline algae in the north-east of Ireland. Irish Naturalists' Journal, 21: 436-440.
- Morton, O. and Chamberlain, Y.M. 1989. Further records of encrusting coralline algae on the north-east coast of Ireland. Irish Naturalists' Journal, 23: 102-106.
- Reineck, H.-E. and Cheng, Y. M. 1986. Geology and biology of calcareous algal reefs and boulder deposits on tidal flats of Taiwan. I. Tidal flats of Neihai and Pali, NW-coast of Taiwan. Senckenbergiana marit, 17(4/6): 187-199.
- Titschack, J., Nelson, C. S., Beck, T., Freiwald, A. and Radtke, U. 2008. Sedimentary evolution of a Late Pleistocene temperate red algal reef on Rhodes, Greece: correlation with global sea-level fluctuations. Sedimentology, 55: 1747-1776.
- Woelkerling, Wm. J., 1988. *The Coralline Red Algae: An Analysis of the Genera and Subfamilies of Nongeniculate Corallinaceae*. Br. Mus. (Nat. Hist.), London and Oxford University Press, Oxford, xi+286pp., 256 figs.
- 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屆臺灣地層研討會。經濟部中央地質調查所，第150頁。
- 王士偉、戴昌鳳、謝凱旋、米泓生。2009。桃園全新世『潮音石灰岩』之研究。中國地球物理學會與中華民國地質學會98年年會暨學術研討會。
- 陳培源。1953。臺灣西部之重砂礦牀。臺灣省地質調查所彙刊，4: 21-50。
- 陳文政。1990。五萬分之一臺灣地質圖，第二號圖幅與說明書，大園。經濟部中央地質調查所，19頁。

- 許民陽。1993。桃園縣的地形與地質景觀，桃園縣政府教育局出版，117 頁。
- 許民陽、張智原。2007。臺灣西北海岸後退之研究-淡水河口至頭前溪口段，中國地理學會會刊，38: 1-22。
- 許民陽。2009。桃園觀音海岸的後退與藻礁的發育。第十屆海峽兩岸地形研討會，中國成都，76-93 頁。
- 許民陽。2010。桃園觀音海岸的變遷與藻礁的發育及其在氣候變遷上的意義，中國地質學會 99 年會暨學術研討會論文集，臺北，187 頁。
- 黃淑芳。2000。臺灣東北角海藻圖錄，國立臺灣博物館，233 頁。
- 湯曉虞、劉靜榆。2008。錯失良機。大自然，98: 24-31。
- 楊美萍。2004。桃園縣海岸地形變遷之研究。國立臺灣大學地理環境資源研究所碩士論文，91 頁。
- 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。國立彰化師範大學、彰化縣政府及臺灣國際觀鳥協會主辦，21-26 頁。
- 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。
- 劉靜榆。2008。臺灣藻礁之特性與分布。自然保育季刊，62: 52-55。
- 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。
- 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。
- 戴昌鳳、王士偉、張睿昇、鄭安怡。2009。桃園觀音藻礁生態解說手冊。臺灣中油股份有限公司液化天然氣工程處，93 頁。

