

# 臺灣西北海岸的藻礁

文◎ 許民陽

## 藻礁簡介

藻礁(algal reef)是由藻類所建造的礁體，它和珊瑚礁都屬於生物礁(biotic reef, bioherm)，主要是由分



日本東京上野自然科學博物館展示了約20億年前的疊層石剖面。



澳洲西部Thetis湖中的疊層石近照。

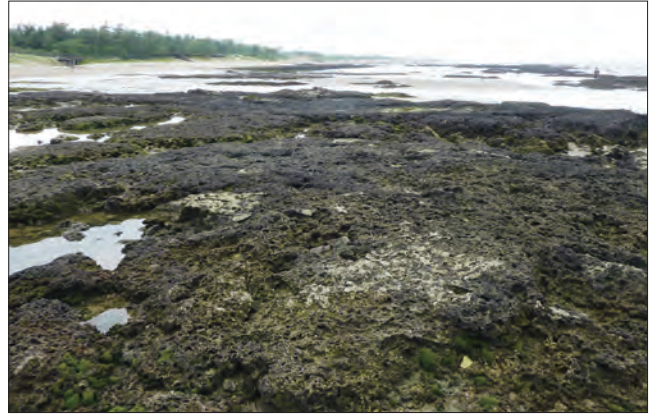
泌及製造鈣質或矽質骨骼的生物，經過漫長時間堆積而成。生物礁的發育必須是建設性地質作用大於破壞性作用的結果，也就是生物礁的造礁速率大於侵蝕速率。礁體的堆積並不快，通常須經漫長時間形成，往往需要數千年以上。

地球上最古老的生物礁為澳洲Pilbara，是由藍綠菌所形成的疊層石(Stromatolite)，形成年代在34.3億年前。藍綠菌除形成疊層石外，它與其後各種藻類行光合作用所釋放出來的氧氣，慢慢改造地球大氣，使大氣層中的氧氣逐漸增加。地球上的生物也隨著大氣中氧氣含量的增加，演化得更多樣化，構造也更複雜，而形成地球上多采多姿的生命世界。澳洲許多地方可找到目前仍在形成的疊層石，如西澳的鯊魚灣(Shark Bay)、Clifton湖、Thetis湖等地，成為全世界觀察生物礁形成的熱門地點。

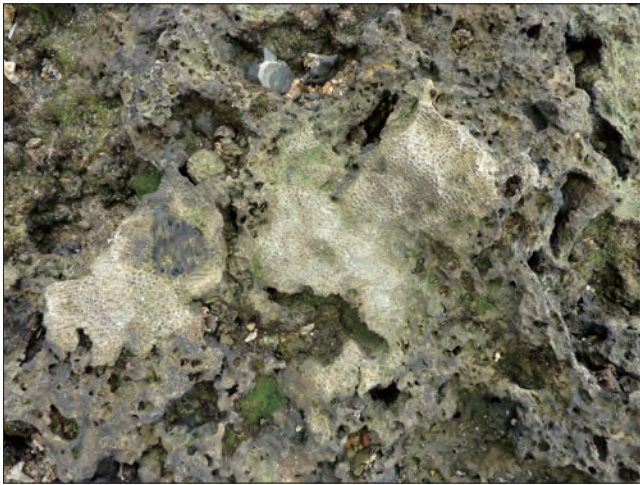
生物礁的種類以主要造礁生物來命名，例如以石珊瑚為主的稱為珊瑚礁，以石灰藻為主的稱為藻礁。實際上珊瑚礁不完全是由石珊瑚堆積而成，充填其間的藻礁及其他生物碎屑充當鈣質膠結(carbonate cementation)的角色；而在藻礁中，若環境適當也會有一些石珊瑚生長在表面或間夾其間。

## 西北海岸的藻礁特性

臺灣的藻礁分布以北海岸及西北海岸為主。北海岸以麟山鼻岬角及東、西兩側，富貴角西側及東側至石門洞間的海岸最多，由於有輝石安山岩塊出露，藻礁以此為基盤，依附其上或包圍安山岩生長至高潮線位置，冬春季節，以石蓴為主的藻類生長其上，呈現一片翠綠。



麟山鼻西側海岸的藻礁。



麟山鼻西側海岸的藻礁上有石珊瑚(*Goniopora* sp.)生長。



包圍安山岩生長的藻礁。



富貴角西側海岸的藻礁，冬季生長石蓴。



| 綴礁。

西北海岸的藻礁主要分布北起桃園縣大園鄉竹圍漁港海岸，向西延伸至觀音鄉及新屋鄉永安漁港附近，其中觀音海水浴場至新屋溪口附近海岸侵蝕後退地區分布由外緣至海灘內側縱深可達400公尺，其面積為臺灣海岸地區最寬廣。有些地方連續性較差者，分布呈綴礁狀態(Patching coral)，生長的基盤以台地受侵蝕而出露海岸的石英岩質卵石為主；這一層在西北海岸出露的藻礁也延伸至現今海岸沙丘的下方，在大園及觀音沿海許多沙丘的下方，因開挖魚塭而露出來的剖面都可發現此層礁岩。

西北海岸潮間帶的藻礁主要由殼狀珊瑚藻堆積而成，外緣常被侵蝕成海蝕溝，與一般的珊瑚礁非常類似，但近觀可發現藻礁呈三種形態，一種為類似包心菜環狀的殼狀珊瑚藻，另一種為細枝狀的殼狀珊瑚藻，其餘則呈散亂的生物碎屑堆積狀態（貝



| 藻礁附著在基盤的鵝卵石上生長。

殼、石灰藻、穿孔貝等組成）。外緣的潮間帶仍可看見現生的珊瑚藻—石葉藻（紅色部分），潮間帶的孔隙及潮池中也看到許多生物如螃蟹、海葵生長，形成一個生態系。



藻礁外緣潮間帶有現生珊瑚藻－石葉藻（紅色部分）。



新屋溪口附近藻礁中有石珊瑚(*Favia sp.*)生長。



藻礁中夾有貝類及牡蠣等生物殼體。

本海岸帶藻礁堆積的厚度可達6公尺餘，在藻礁層中常可發現石珊瑚發育成薄層狀或碎塊夾雜於其間，2009年戴昌鳳等人將觀音海岸的藻礁命名為

「潮音礁灰岩」，並依據造礁生物的組成區分為「珊瑚藻－珊瑚黏結灰岩」、「珊瑚－珊瑚藻黏結灰岩」以及「珊瑚藻黏結灰岩」。



| 藻礁外緣的海蝕溝。



| 環狀的殼狀珊瑚藻。



| 藻礁孔隙中的司氏酋婦蟹。



| 細枝狀的殼狀珊瑚藻。



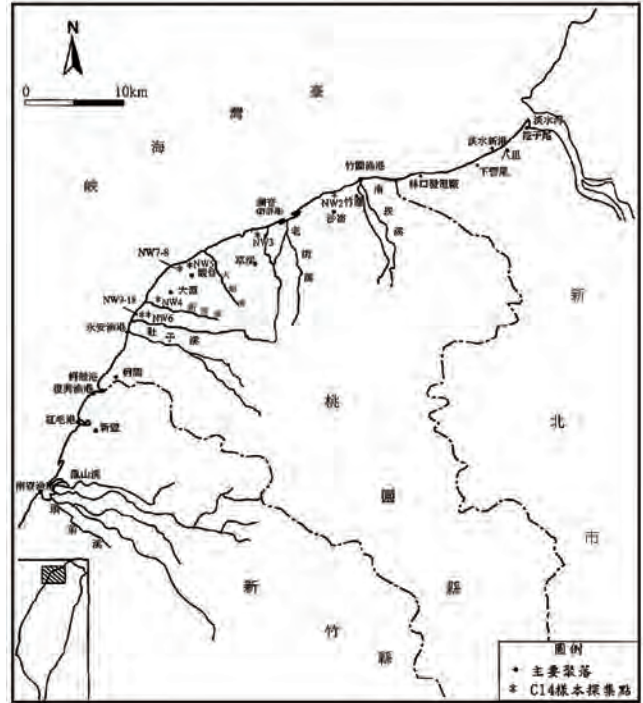
| 藻礁外緣的海葵。

## 藻礁發育和氣候及海岸變遷的關係

有關西北海岸藻礁最早的文獻紀錄為1957年林朝榮先生所發表，發現桃園一帶新期的海濱堆積底部常有一層厚數十公分，由珊瑚、貝殼、小礫等膠結而成的珊瑚礁層。西北海岸藻礁層最早的定年紀錄為1990年王鑫、劉平妹、許民陽等人在觀音海水浴場南側潮間帶（海拔高度-0.1公尺）採得的珊瑚(*Goniopora sp.*)，碳十四年代為5730年，隨後2007年許民陽、張智原及2009年王士偉、戴昌鳳等人都有許多定年資料。

本文也分別在觀音海水浴場附近潮間帶，採得2個藻礁及珊瑚樣本（編號NW-7及NW-8），新屋溪口北側海岸則在臺灣電力公司大潭火力發電廠所挖出的槽溝及附近採得10個樣本（編號NW-9至NW-18）。

其中碳十四定年樣本編號NW-9至NW-13是採自



本文研究區域及碳十四定年樣本採集點分布圖。

中油公司所挖的天然氣幹管槽溝的藻礁剖面，NW-9是藻礁剖面最底部附著在卵石層上生長的部分，由NW-9採集點向上每隔20公分依序採得NW-10及NW-11，NW-12及NW-13是該剖面中段的藻礁及珊瑚樣本。

觀音海岸藻礁及珊瑚碳十四定年資料

標本號	採集地點	標高（公尺）	樣本種類	年代(yr.b.p)	實驗室編號
NW-7	觀音海水浴場	-0.4	珊瑚( <i>Goniopora sp.</i> )	2350 ± 30	NTU-4923
NW-8	觀音海水浴場	-0.6	藻礁	2670 ± 30	NTU-4928

註：採集者：許民陽，碳十四定年資料：國立臺灣大學地質科學系碳十四定年實驗室。

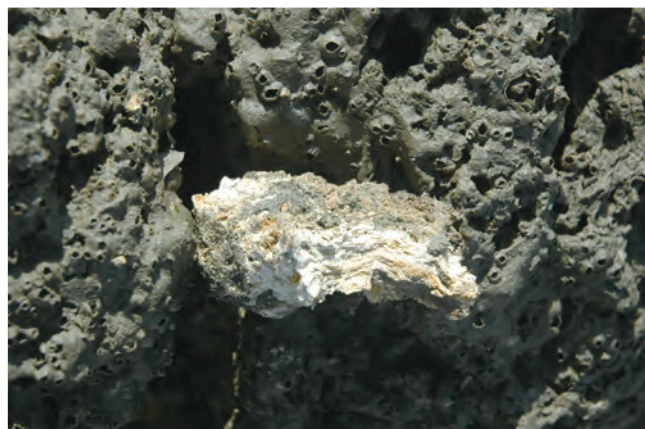
新屋溪口海岸藻礁及珊瑚碳十四定年資料

標本號	採集地點	標高（公尺）	樣本種類	年代(yr.b.p)	實驗室編號
NW-9	中油槽溝剖面	-1.6	藻礁	6240 ± 50	NTU-4926
NW-10	中油槽溝剖面	-1.4	藻礁	6130 ± 50	NTU-4932
NW-11	中油槽溝剖面	-1.2	藻礁	6130 ± 50	NTU-4946
NW-12	中油槽溝剖面	-0.6	藻礁	4930 ± 50	NTU-4948
NW-13	中油槽溝剖面	-0.4	珊瑚( <i>Favia sp.</i> )	4470 ± 40	NTU-4929
NW-14	新屋溪口北側內緣	0.2	藻礁	3280 ± 50	NTU-4973
NW-15	新屋溪口北側內緣	0	藻礁	3220 ± 40	NTU-4981
NW-16	新屋溪口北側內緣	-0.2	藻礁	2830 ± 50	NTU-4983
NW-17	新屋溪口北側外緣	-0.4	藻礁	2260 ± 40	NTU-4982
NW-18	新屋溪口北側內緣	-0.4	藻礁	2360 ± 50	NTU-4984

註：採集者：許民陽，碳十四定年資料：國立臺灣大學地質科學系碳十四定年實驗室。



新屋溪口藻礁內緣剖面。



新屋溪口北側編號NW-14的層狀藻礁樣本（白色）及藻礁表面。

由該槽溝的剖面可知，新屋溪口的藻礁剖面底部最早年代為距今 $6240 \pm 50$ 年前，而2009年戴昌鳳等人在附近藻礁底部所採得的樣本定年為7530年前。中段的珊瑚及藻礁年代大約在距今 $4471 \pm 40$ 年前。

碳十四定年樣本編號NW-14至NW-16為靠近海岸內側，藻礁最內緣的剖面，由頂部向下每隔20公分採集1袋，碳十四定年為 $3280 \pm 50$ 至 $2830 \pm 50$ 年前。

NW-17是新屋溪口藻礁最外側的礁層頂部標本，NW-18是最內側礁層頂部細枝狀的殼狀珊瑚藻礁，兩者的形成年代都是兩千多年前。

由上述樣本的定年資料可推估觀音地區海岸（含新屋溪口海岸）的珊瑚礁發育年代始於距今6至7千多年前，在距今2千多年前停止發育。現今海岸廣闊的藻礁早期也延伸至現今海岸沙丘的下方，在大園及觀音沿海許多沙丘的下方，因開挖魚塢而露出來的剖面都可看到此層礁層。筆者多年前曾在魚塢開挖剖面採集珊瑚礁進行定年，該處珊瑚礁發育良好，樣本大部分在現今內陸較薄層的珊瑚—珊瑚藻黏結灰岩的底部，由碳十四定年可知開始發育時間為距今5至6千多年前間。

綜合上述之珊瑚礁及藻礁定年結果，再加上前述2009年戴昌鳳等人的資料，可推估觀音地區海岸近6千年來的海岸變遷如下：距今6千多年前，為第四紀最後一次冰期結束後，氣候較溫暖的時期，海水面較現今高2至3公尺形成海進期，沿海有珊瑚礁及藻礁層生長在礫石層上。至距今4至2千年前左右，可能由於環境變遷的關係，珊瑚礁逐漸被藻礁代替，只局部夾於藻礁間生長。隨後的海退期，海岸漂沙增多，珊瑚礁及藻礁上堆積灘沙及沙丘，兩者皆停止生長，陸地也向外延伸。但距今40多年前，由於內陸水庫攔沙及河川採沙，導致沿海漂沙減少，加上其他人為因素，觀音海岸出現侵蝕的狀況。

觀音海岸沙丘下方珊瑚礁碳十四定年資料

標本號	採集地點	標高（公尺）	樣本種類	年代(yr.b.p)	實驗室編號
NW-2	大園內海村	1	珊瑚( <i>Goniopora sp.</i> )	$4750 \pm 40$	NTU-2849
NW-3	觀音草漯	2	珊瑚( <i>Goniopora sp.</i> )	$6180 \pm 40$	NTU-2850
NW-5	觀音塘尾	0.5	珊瑚( <i>Goniopora sp.</i> )	$5330 \pm 50$	NTU-2856
NW-4	觀音大潭	2	珊瑚( <i>Goniopora sp.</i> )	$5160 \pm 40$	NTU-2851
NW-6	觀音過溪仔	2	珊瑚( <i>Goniopora sp.</i> )	$5630 \pm 40$	NTU-2862

註：採集者：許民陽，碳十四定年資料：國立臺灣大學地質科學系碳十四定年實驗室。

由上述藻礁及珊瑚礁發育及變遷的年代亦可推論，本段海岸全新世生物礁生長的形態或許可稱為追上型(keep-up)，即珊瑚礁接近海平面生長，其垂直生長的速度可以趕上海準變動（主要為上升）的速度；6千年前海面上升時，氣候較溫暖形成海進，觀音地區的珊瑚礁隨之向上生長。此種形態大都分布於逐漸或快速上升的海岸，例如位於加勒比海的巴貝多(Barbados)和巴布亞新幾內亞的胡昂半島(Huon peninsula)；但也可發育於某些海岸地殼較穩定的地區，尤其是接近限制珊瑚生長的緯度帶，觀音地區的珊瑚礁及藻礁發育便具有此種特性。

觀音地區位於臺灣的西海岸，這些海岸變遷；定年資料顯示的另一個意義是西北海岸距今5至6千年以來，位於歐亞板塊與菲律賓板塊碰撞的後方地區，或者因鄰近觀音基盤高區，地殼均處於上升緩慢的狀態，此時期形成的珊瑚礁僅位於現今0.5至2公尺不等的高度；相較於板塊碰撞的前緣地區，如花

東海岸的八仙洞、大俱來、胆曼等地，5至6千年前形成的珊瑚礁已被抬升30至40公尺的高度，兩地區的地殼變動量及速率確實有極大的差異。

## 近期海岸線進退與藻礁的關係

筆者在十多年前調查桃園縣地形與地質景觀時，海岸後退並不明顯，沿海漂沙尚未大量減少，藻礁大部分仍被灘沙及灘礫所覆蓋，僅退潮時在潮間帶的外緣露出。自1961年以後，由於水壩、防波堤、突堤、離岸堤等海岸結構物大量增加，以及採沙、抽沙等因素造成輸沙量驟減，各種人為因素綜合產生的效應造成海岸明顯後退、漂沙覆蓋減少，藻礁才大範圍出露。

出露的礁體在退潮時海蝕溝兩側的厚度可達2至3公尺左右(NW14-NW16)，最寬可達450餘公尺，巨厚寬廣的礁體出露於廣大波浪侵蝕最強的潮間帶，



1992年時新屋溪口北側海岸後退並不明顯，藻礁大部分仍被灘沙及灘礫所覆蓋（1992.07.07拍攝）。





2008年時新屋溪口海岸因海岸侵蝕、灘沙及灘礫大量流失，大片藻礁露出，與1992年比較有明顯差異（2008.10.10拍攝）。

形成黑褐色的一片，有如分布海岸的武士鐵甲，成為海岸抵抗波浪侵蝕最佳的保護層。在新屋溪口附近有藻礁分布的海岸，其海岸內緣沙丘的侵蝕速率較慢，可見藻礁的保護效果。

因沙源減少及海岸後退，使藻礁出露，露出的

藻礁仍然具有防護海岸的功能，在沒有人為干擾的因素下，海岸變遷只是伴隨氣候變遷的產物，但近期的海岸變遷卻增加了許多人為因素干擾的原因。海岸線後退造成國土流失，若未妥善因應，將對人類生活產生不小的衝擊，這是在研究藻礁之餘，更該密切注意的事情。



2000年時新屋溪口北側海岸後退，碉堡陷落沙灘中，但海防眺望臺仍在沙丘後方及防風林中（2000.05.07拍攝）。



2004年5月時新屋溪口北側海岸因大潭火力發電廠興建突堤效應影響，海岸受到侵蝕後退，與A圖比較，眺望臺前方的沙丘及防風林已經消失（2004.05.25拍攝）。

## 參考文獻

- 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國地質學會九十八年年會及學術研討會論文摘要集，國立中正大學地球與環境科學系。
- 王鑫、劉平妹、許民陽（1990）臺灣海岸地區的地形演變。行政院科技顧問組專題研究期末報告。國立臺灣大學地質系。
- 林朝榮（1957）臺灣地形。臺灣省通志稿卷一，土地誌，地理篇，臺北，臺灣省文獻委員會。
- 許民陽（1993）桃園縣的地形與地質景觀。自然科學鄉土教材叢書（二），桃園縣政府教育局。
- 許民陽、高慶珍、高鵬飛、鄭紹龍（1999）花東海岸後退的研究—長濱以南至臺東段。國立臺灣大學地理學系地理學報，第26期，第83-109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，第38期，第1-22頁。
- 陳于高（1999）晚更新世以來南臺灣地區海水面變化與新構造運動研究。國立臺灣大學地質研究所博士論文，共158頁。
- 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。
- 謝孟龍、劉平妹（2010）花東海岸全新世地殼上升速率的探討。經濟部中央地質調查所彙刊，第23號，第165-199頁。
- Bard, E., Hamelin, B., Fairbanks, R.G. & Zindler, A. (1990) Calibration of the 14C timescale over the past 30000 years using mass spectrometric U-Th ages from Barbados corals. *Nature*, 345, 405-10.
- Chappell, J. & Polach, H. (1991). Post glacial sea level rise from a coral record at Huon Peninsula, Papua New Guinea. *Nature*, 349, 147-9.
- Collins, L., Zhu, Z.R., Wyrwoll, K.H., Hatcher, B.G., Playford, P., Chen, J. H., Eisenhauser, A. & Wasserburg, G.J. (1993) Late Quaternary facies characteristics and growth history of a high latitude reef complex: the Abrolhos carbonate platforms, eastern Indian Ocean. *Marine Geology*, 111, 203-12.
- Davis, R. A., Jr (1983) *Depositional systems: A Genetic approach to sedimentary geology*, Prentice-Hall.
- Lane, P (2007) *Geology of Western Australia's parks*, Perth: Daniels Printing Craftsmen.
- McNamara, K. (2009) *Stromatolites*, Welshpool, Western Australian Museum.
- Neumann, A.C. & Macintyre, I.G. (1985) Reef response to sea level rise: keep-up, catch-up or give-up. In *Proceedings Fifth International Coral Reef Congress, Tahiti*, 3, 105-10.



■ 2004年10月颱風過後，海岸繼續侵蝕後退，海防眺望臺已倒塌（2004.10.08拍攝）。



■ 2008年時眺望臺只剩殘餘基礎，其距海岸線（沙丘）內緣已達25公尺，每年後退約6公尺（2008.10.10拍攝）。