

投稿類別：生物類

篇名：

汙染「藻」知道—探討藻礁保育與價值

作者：

姜可彤。國立花蓮女子高級中學。普通科二年三班

涂育慈。國立花蓮女子高級中學。普通科二年三班

張崇恩。國立花蓮女子高級中學。普通科二年三班

指導老師：

壹、前言

一、研究動機

在學校開設的「校訂必修-洄瀾之欣」學習過程中，我們了解到身邊的海洋所孕育的經濟與物種多樣性其價值是多麼難能可貴，也認知到海洋在台灣舉足輕重的地位。而在人類的發展下，海洋又面臨著環境污染的危機，台灣也無可避免。而透過去年的公投，也才讓我們發現第 20 案全國性公民投票「是否同意中油第三天然氣接收站遷離桃園大潭藻礁海岸及海域？」關於桃園藻礁這個議題，有很多以前我們沒發現的事件以及台灣岌岌可危的生態環境，所以促使我們想更加了解藻礁這個特別的生態系。

二、研究目的

探討與研究關於桃園藻礁的形成、目前和曾經經歷的生態危機、以及未來的挑戰，藉此討論藻礁保育以及客觀地提出藻礁能創造的價值。

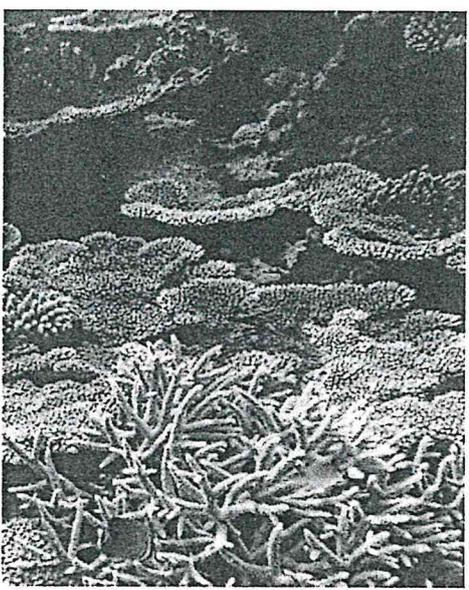
貳、文獻探討

一、藻礁的形成

(一) 何謂藻礁：

藻礁(algal reef)屬於生物礁中膠節支 (CementSupported Reef) 的一種，不同於骨骼支撐形礁 (Skeleto-Supported Reef) 的珊瑚礁，珊瑚礁是由造礁珊瑚或殼狀珊瑚礁而形成，著名的例子有澳洲的大堡礁與阿布羅斯。藻礁與珊瑚礁都會形成多孔隙結構 (Riding, 2002)，利於微生物與無脊椎生物生長 (Pernice et al., 2020) (Fuchs, 2013)。而微生物不但與造礁生物互利共生、幫助碳循環也可以調節水中酸鹼值，對於目前全球暖化及海水污染的情況下，是很重要的固碳生態系。藻類藉由鈣化反應產生出碳酸鈣，經由碳酸鈣堆積及礦化膠結而形成藻礁。

在海水中的鈣離子通過珊瑚藻細胞膜時，會促使氫離子與重碳酸氫根離子結合，形成鈣化結構。鈣化反應式如下： $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (陳品辰、劉少倫，2017)。同時，鈣化作用中釋出的二氧化碳則被使用於光合作用的固碳循環中，所以鈣化作用 (calcification) 常與光合作用一起發生。(海洋保育署，2021)

	藻礁 (Algae reef)	珊瑚礁 (Coral reef)
組成	碳酸鈣 (CaCO ₃)	
造礁生物	殼狀珊瑚藻	珊瑚
成長速度	約 20 年 1cm	每年 1cm
外觀	 <p>(圖一) (陳品辰、劉少倫, 2017)</p>	 <p>(圖二) (找海馬編輯部, 2021)</p>

棲息在桃園藻礁的物種，從鳥類、魚類到蝦蟹、貝類、藻類一應俱全，鳥類有東方環頸鴿、蒙古鴿、白鴿、黑腹濱鴿、小白鷺等；魚類有六帶魷、小海豬魚、星雞魚、羅氏笛鯛等；蝦蟹貝類有太平洋槍蝦、達氏短槳蟹、斗笠螺等，以及最重要的藻類有小杉藻、石葉藻屬、水石藻屬之藻類。(iNaturalist, 無年分)

(二) 分布：

全球的藻礁目前分布於地中海、英國、挪威、加拿大等溫帶氣候區（劉靜榆，2013）。除了溫度需要合適，海域還需要高營養鹽、高沉積物、高含沙量、擾動高、海浪強等天時地利的環境條件（Bosence, 1983），才能形成鈣化石灰質（陳品辰、劉少倫，2017），從紅藻球床生長成藻脊最終變成藻礁（Laborel, 1961）。台灣桃園藻礁全長 27 公里，北桃園因為擁有各種工業園區，海水工業汙染嚴重，藻礁已被破壞得稀稀落落。目前全台最完整的藻礁大概位於南桃園小飯壠溪口南岸至新屋溪口北岸，就是所稱的觀新藻礁（圖三）（珍愛桃園藻礁網站，2016 以後），由南到北依序是觀新藻礁、大潭藻礁、白玉藻礁（圖三）。桃園藻礁位於沖積扇扇端是由鵝卵石為基底。（何怡君，2020）



(圖三) 來源：Google Earth

(三) 台灣桃園藻礁污染原因：

藻礁的天敵有五大類，第一類是重金屬、廢水汙染導致藻礁死亡，如上圖大潭工業區若排放廢水就會直接影響藻礁的生態；第二類天敵為沙埋，海浪、海砂形成的天然砂埋或者是突堤效應而造成淤沙堆積，例如桃園的白玉藻礁；第三類天敵就是海洋垃圾，其中白玉段最多（珍愛桃園藻礁，2016 以後）；第四類是人類活動造成地球暖化而導致海水酸化也會破壞藻礁（劉鎮宇、陳恩霆、張鈞量，2020）；第五類是人為破壞，例如：中油設置天然氣輸送海底管線，過程中沒有避開藻礁使其被硬生生鑿開。

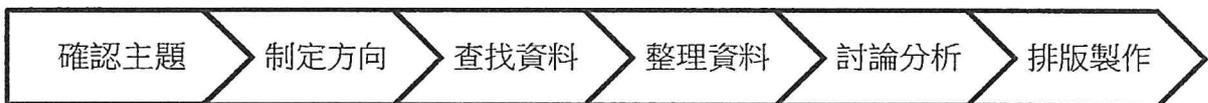
二、 台灣桃園藻礁事件：

1998 年	公視<我們的島>紀錄到工業廢水排放到附近海域，影響藻礁生長
2001 年： 觀塘工業區計畫啟動	觀塘工業區正式動工，東鼎公司計畫因應能源轉形政策開闢天然氣接收專用港，填海造陸 5 公頃，藻礁被當作填海造陸的基底，被覆蓋掩埋，後來開發計畫因財務危機停擺。
2002 年：白玉藻礁遭沙埋	台電大潭火力發電廠進行冷卻水的進出水道工程，直接在藻礁區開挖，後續產生了突堤效應，海岸出現淤積及侵蝕現象導致部分藻礁(白玉藻礁)被淤沙掩埋。
2007 年： 海岸線因管線遭到破壞	中油從台中港設置天然氣輸送海底管線到桃園大潭電廠，規劃與施工過程沒有避開藻礁，導致長達三公里的藻礁與防風林遭嚴重破壞。
2008~2011 年： 工業區偷放廢水	保署稽查到觀音工業區聯合污水處理廠，長期違法繞流偷排未經處理的廢水，環保署追討廠商不當利得 7 千 7 百多萬元，經濟部 147 萬多元。環保署重罰工業區上億元。音工業區上訴，台北高等行政法院不採納環保署的行政處分，撤銷裁罰。
2012 年：管線再度破裂	觀音工業區以管線破裂的理由再度知法犯法。環保署長沈世宏這次對觀音工業區開罰 60 萬。
2014 年：劃設保護區	大潭電廠以南、永安漁港以北，396 公頃的範圍，劃設成觀新藻礁野生動物保護區。
2016 年：規劃三接	大潭藻礁區域被規劃為第三天然氣接收站，預計填海造陸 77.2 公頃，延伸的堤防長達 4280 公尺，部分藻礁再度暴露在填海開發，以及被突堤效應淤沙掩埋的威脅之下，引起社會關注。
2019 年： 天然氣專用港開工	在高度爭議下第三天然氣接收專用港開始施工。
2020 年：海洋保育署調查	海洋保育署在藻礁生態環境變遷的調查中，發現靠近觀塘工業區工程現場的部分藻礁(大潭藻礁)，已出現沙埋現象。
2020 年 7 月 7 日： 三接公投案之始	潘忠政領銜提出「您是否同意中油第三天然氣接收站遷離桃園大潭藻礁海岸及海域？」
2021 年 12 月 18 日： 公投結果出爐	公投結果沒通過，目前在討論是否要遷移，或向外推，蓋在離岸較遠處，外推方案對藻礁的影響仍待釐清。

上表是通過公視〈我們的島〉和 2017 年創辦的相關網頁「藻礁有事嗎」，整理出來關於藻礁經歷的事件，再加上我們於維基百科查詢較大宗的汙染、破壞事件的延伸與上述合併在一起，透過「觀音工業區廢水汙染事件」、「觀塘液化天然氣接收站」或是設置相關保護區等等事件，我們可以得知台灣從不認識藻礁到開始重視並加以保育，而現在是為了僅存的藻礁生態以及能源轉型之間做拉扯。

選址在大潭，主要考慮的是時間因素。天然氣事業部執行長李皇章說：「觀塘工業區已經通過環評，填海造地 2.5 公頃，我們可以立即用這塊地來興建儲槽。」經濟部曾文生次長也表示，當時台電與中油都評估過，選址地點都是觀塘接收站，因為時間最快，而且接收站就在大潭電廠旁邊，距離最近，減少輸送的風險與成本。

參、研究方法



我們使用文獻分析法來完成此小論文，透過上網查找資料了解桃園藻礁的歷史與現況並且整理分析藻礁相關事件並討論。

肆、研究分析

興建三接的目的是幫助能源轉型。臺灣目前在火力與核能的基礎上，需要一個環境汙染低且大量供能的產能方式。固需先發展天然氣發電。目前三階建設的方案在社會上較多人支持與反對的兩個計畫是，原址興建與換址再建。三接計畫如果在大潭藻礁上建造，則會犧牲藻礁生態換取台灣能源轉型，某種意義上，這也是一種藻礁的價值。若三接選址不在觀塘而是在其他地方，也就是要從頭來過，政府必須要花更多經費跟時間，這段過渡期又會再被延長，但藻礁就不會受到如此直接且龐大的傷害。

從發現桃園外海這片不是珊瑚礁而是研究資料鮮少的藻礁，從發現起至今已才過去三、四十年，而藻礁從無到有直到現在則經過了大約 7000 多年，在這些年中是否有新的物種興起？又是否有更多我們所不知道的祕密？這也代表台灣的藻礁還有很大的空間可以深入研究。

桃園藻礁生態系裡面的物種非常豐富，包括食物鏈底部的生產者，如水石藻類、石葉藻類、殼狀珊瑚藻、角叉菜等，與以此為基礎而得以在此處生存的柴山多杯孔珊瑚和小型魚類蝦貝類、蟹類，如羅氏笛鯛、太平洋槍蝦、斗笠螺、達氏短槳蟹，還有更上一層的鳥類掠食者，如黑腹濱鵝、小白鷺。因為藻礁生態系中有如此豐富的魚蝦貝類，又配合洋流流向，會吸引大型迴游魚類聚集於此，而這些大型魚類則會吸引鯊魚於此地育幼(劉靜榆, 2021)，因而形成大規模且完整的食物鏈。若桃園藻礁生態系遭到破壞甚至消失，桃園藻礁分布的這些出海口將失去食物鏈底層的物種，進而進而影響到整個食物鏈以及生態系的平衡及穩定。雖然殼狀珊瑚藻不是罕見的藻類，但它們造礁十分地緩慢，生長成藻礁並不容易且在上文介紹藻礁中也有提到，要形成大片藻礁的海水條件非常嚴格，所以沒辦法說復育就能立即復育。

殼狀珊瑚藻造礁時，也就是在進行所謂的鈣化作用時，而且同時也會進行光合作用，海水中的鈣離子通過細胞膜時，會促使氫離子與重碳酸氫根離子結合，形成碳酸鈣和二氧化碳，能提高海裡的 pH 值，使區域性的海水酸化情況減輕，跟藻礁一起共存的微生物也可以調整海中酸鹼值，同樣能幫助減緩海水酸化的問題，所以藻礁生態系在海洋固碳這方面是不可或缺的。

伍、研究結論與建議

在保育藻礁這方面，可以先從民眾的教育下手，像是安排國中小宣講、校外教學、相關課程等，先讓大家有初步的認識，再同步加入教授等研究人員進行更深入的調查，例如：培育藻礁生態系中的特有種或是即將瀕臨的物種，擴展台灣對藻礁的知識，進而引起世界各國注重藻礁。中央政府也可以制定相關法律，更直接的保障環境。地方政府也應重視，配合法律規定嚴格取締違規，也可以適度的發展觀光等，帶動地方經濟。

我們整理出的藻礁價值大致分為藻礁對三接、科學研究和生態三個方面。在藻礁對三接方面，我們認為犧牲藻礁換取能源轉型也是一種藻礁的價值；科學研究方面，因為藻礁是近代才發現的一種生態系，一定還有許多物種還未被發現，還有許多值得研究的部分；生態方面，因藻礁的多孔隙構造適合微生物生長，也就可以進一步吸引小型魚蝦貝類前來覓食、棲息，由此又可以吸引大型魚類，形成一個大型的食物鏈和生態系，而藻礁中的殼狀珊瑚藻在鈣化的過程中會幫助環境固碳，進而調節海水的 pH 值，由以上可知藻礁在科學研究、維持整個生態系及區域性的海洋環境上有著不凡價值。

陸、參考文獻

- Riding, R. (2002). Structure and composition of organic reefs and carbonate mud mounds: concepts and categories. *Earth-Science Reviews*, 58, 163-231.
- Pernice, M., Raina, J.-B., Radecker, N., Cardenas, A., Pogoreutz, C., & Voolstra, C. R. (2020). Down to the bone: the role of overlooked endolithic microbiomes in reef coral health. *The ISME journal*, 14, 325-334.
- Fuchs, T. (2013). Effects of habitat complexity on invertebrate biodiversity. *Immediate Science Ecology*, 2, 1-10.
- iNaturalist (無年分)。桃園藻礁物種名錄。
<https://www.inaturalist.org/guides/6372?taxon=48460>
- Bosence, D. (1983). Coralline algal reef frameworks. *Journal of the Geological Society*, 140, 365-376.
- Laborel, J. (1961). Le concrétionnement algal “coralligène” et son importance géomorphologique en Méditerranée. *Recueil des Travaux Station Marine d'Endoume*, 23, 37-60.
- 劉靜瑜 (2013)。珍愛·台灣藻礁。行政院農業委員會特有生物研究保育中心
- 何怡君 (2020年11月18日)。【發電前，藻礁先說再見？05】這天，女神做了選擇—拯救大潭藻礁事件簿。
<https://wuo-wuo.com/infographics/1255-algalreef06>
- 公共電視 (2017年8月14日)。我們的島。
https://www.pts.org.tw/ourisland_AlgaeReefs/
- 公視記者 陳佳利、于立平、陳添寶、柯金源、賴冠丞 (2021年12月08日)。氣接何處？三接與藻礁的爭議 | 能源轉型轉到哪系列報導。
02<https://e-info.org.tw/node/232935>
- 劉靜瑜 (2021年5月6日)。臺灣西北海岸藻礁的生態價。
<https://www.ntsec.edu.tw/LiveSupply-Content.aspx?cat=6839&a=6829&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=1&lsid=15591>

找海馬編輯部（2021年3月17日）。珊瑚礁的美麗與哀愁：國旅大爆發後，台灣離島珊瑚白化危機加劇？。 <https://greenislandzine.com/locallife/c019/>

海洋保育署（2021年11月3日）。藻礁生態系。
<https://www.oca.gov.tw/ch/home.jsp?id=177&parentpath=0,5,173>

聯合新聞網（2021年12月5日）。「珍愛藻礁」公投在即！從網路輿情看環境與經濟的兩難。 <https://udn.com/news/story/12539/5935632>