

中華民國第 60 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 生物科

佳作

080306

珊珊來池~潮池珊瑚復育與觀測研究

學校名稱：澎湖縣湖西鄉龍門國民小學

作者：	指導老師：
小五 顏芯鈴	辛柏緯
小五 張津菲	賴秀智
小五 吳尹玄	
小五 洪鉞翹	
小五 張正浩	

關鍵詞：珊瑚、潮池

摘要

我們選定兩處徒步可到的潮池進行研究，各放入兩個復育磚(垂直、平行海岸各一)，從 108 年 10 月至 109 年 4 月，不定期到潮池觀察，再進行潮池 A (面積較大、離海蝕平台邊緣距離較遠)、B (面積較小、離海蝕平台邊緣距離較近) 的數據分析。

得到以下結論：

- 一、潮池可做為珊瑚復育的場域。
- 二、潮池 A 在珊瑚存活率、成長體積皆優於潮池 B。
- 三、投放方向平行海岸的復育磚，珊瑚存活率優於垂直海岸；珊瑚成長體積則為垂直海岸優於平行海岸。
- 四、珊瑚株離水面距離與珊瑚存活率的關係探討，下排（復育磚底層）和中排在珊瑚存活率優於上排；成長體積指標部份，中排優於下排，下排略優於上排。
- 五、利用 Coral watch 監測珊瑚健康度，發現愈健康的珊瑚，體積成長愈快。

壹、研究動機

我們五年級今年學校的校訂課程在介紹珊瑚；去年我們看學長姐在做珊瑚復育磚時，老師就有預告今年要帶我們去做復育課程，讓我們期待好久！好不容易上完室內課程，我們盼到了去潮池種珊瑚的日子；還記得那磚好重，我們都搬不動，只好看老師和種苗場的姐姐搬得氣喘吁吁；放入潮池前，阿鈴問：「這樣會活嗎？」同學們便七嘴八舌討論起來，老師便建議我們來做一個研究，怎麼放？放在哪？對珊瑚生長比較有幫助，所以我們就開始這次的研究。

貳、研究目的

- 一、監測選定的潮池鹽度、溫度是否可成為珊瑚生長的環境。
- 二、探究潮池離岸遠近(離海蝕平台邊緣距離)對珊瑚成長的影響
- 三、探究復育磚擺放方向(垂直、平行海岸)對珊瑚成長的影響
- 四、探究珊瑚株離水面距離對珊瑚成長的影響
- 五、探究珊瑚健康度對體積成長數據的影響

參、研究設備及器材

一、珊瑚復育磚

與澎湖縣種苗繁殖場合作與指導，由去年學校六年級學長姐進行製作(如圖1)；水泥材質，呈正三角形(高度約 45cm)，兩側各有三排，每排四個孔洞(示意圖如圖 2)。



圖 1 學長姐製作情形

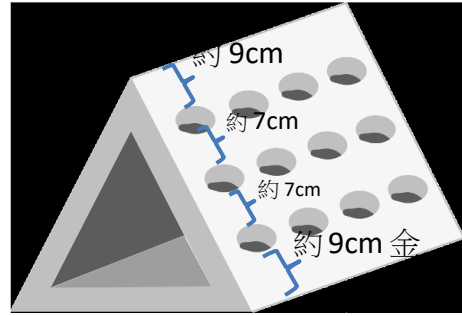


圖 2 珊瑚復育磚示意圖

二、珊瑚復育磚觀察記錄表

如圖 3，以內、外側進行編號，方便我們觀察記錄；此外每次還需記錄溫度、鹽度、天氣、觀察者等資訊。

澎湖縣湖西鄉龍門國民小學 108 學年珊瑚復育磚觀察記錄表																									
觀察日期/時間:	天氣:																								
中	觀察者:																								
潮池 A-1	潮池 A-2																								
溫度: 鹽度: *																									
內側 (面對磚由左至右) *	內側 (面對磚由左至右) *																								
<table border="1"> <tr><td>①</td><td>②</td><td>③</td><td>④</td></tr> <tr><td>⑤</td><td>⑥</td><td>⑦</td><td>⑧</td></tr> <tr><td>⑨</td><td>⑩</td><td>⑪</td><td>⑫</td></tr> </table>	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	<table border="1"> <tr><td>①</td><td>②</td><td>③</td><td>④</td></tr> <tr><td>⑤</td><td>⑥</td><td>⑦</td><td>⑧</td></tr> <tr><td>⑨</td><td>⑩</td><td>⑪</td><td>⑫</td></tr> </table>	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
①	②	③	④																						
⑤	⑥	⑦	⑧																						
⑨	⑩	⑪	⑫																						
①	②	③	④																						
⑤	⑥	⑦	⑧																						
⑨	⑩	⑪	⑫																						
外側 (面對磚由左至右) *	外側 (面對磚由左至右) *																								
<table border="1"> <tr><td>①</td><td>②</td><td>③</td><td>④</td></tr> <tr><td>⑤</td><td>⑥</td><td>⑦</td><td>⑧</td></tr> <tr><td>⑨</td><td>⑩</td><td>⑪</td><td>⑫</td></tr> </table>	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	<table border="1"> <tr><td>①</td><td>②</td><td>③</td><td>④</td></tr> <tr><td>⑤</td><td>⑥</td><td>⑦</td><td>⑧</td></tr> <tr><td>⑨</td><td>⑩</td><td>⑪</td><td>⑫</td></tr> </table>	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
①	②	③	④																						
⑤	⑥	⑦	⑧																						
⑨	⑩	⑪	⑫																						
①	②	③	④																						
⑤	⑥	⑦	⑧																						
⑨	⑩	⑪	⑫																						

圖 3 珊瑚復育磚觀察記錄表

三、Coral watch 珊瑚健康度記錄表

這個記錄表(如圖 4)旅居澳洲昆士蘭大學的鍾文松博士引進國內，是在水下用分光光譜儀測量，建立一套評量珊瑚是否健康的顏色指標，總共分成四個色系，顏色愈深代表珊瑚愈健康；我們是在 12 月底，待珊瑚確定存活後，在種苗場學到的觀察方法後，開始利用這記錄表進行觀測。

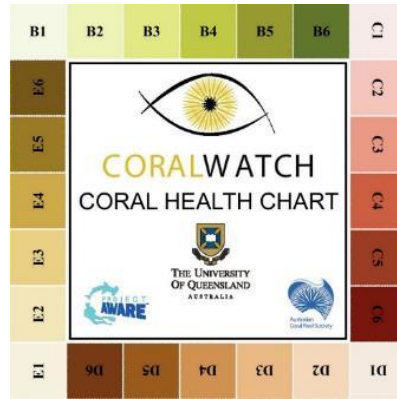


圖 4 Coral watch 珊瑚健康度記錄表

四、珊瑚株與基座

因為法令規定，所以我們的復育活動是在種苗場的指導下進行，這次研究的珊瑚株的品種是桌形軸孔珊瑚，基座是由珊瑚礁磨製的天然環保材質(如圖 5)。



圖 5 珊瑚株與基座

五、潮池

本研究的潮池位於龍門村潮間帶(位於澎湖本島東方偏北)，小地名叫做七個囡仔的地方，是一片海蝕平台，衛星定位如圖 6，潮池說明如下：

(一)編號潮池 A：面積 86.2 平方公尺，退潮時深度 48cm，離岸最近距離 23.69 公尺，離海蝕平台邊緣距離介於 101~131 公尺之間。

(二)編號潮池 B：面積 71.2 平方公尺，退潮時深度 49cm，離岸最近距離 42.42 公尺，離海蝕平台邊緣距離介於 103~149 公尺之間

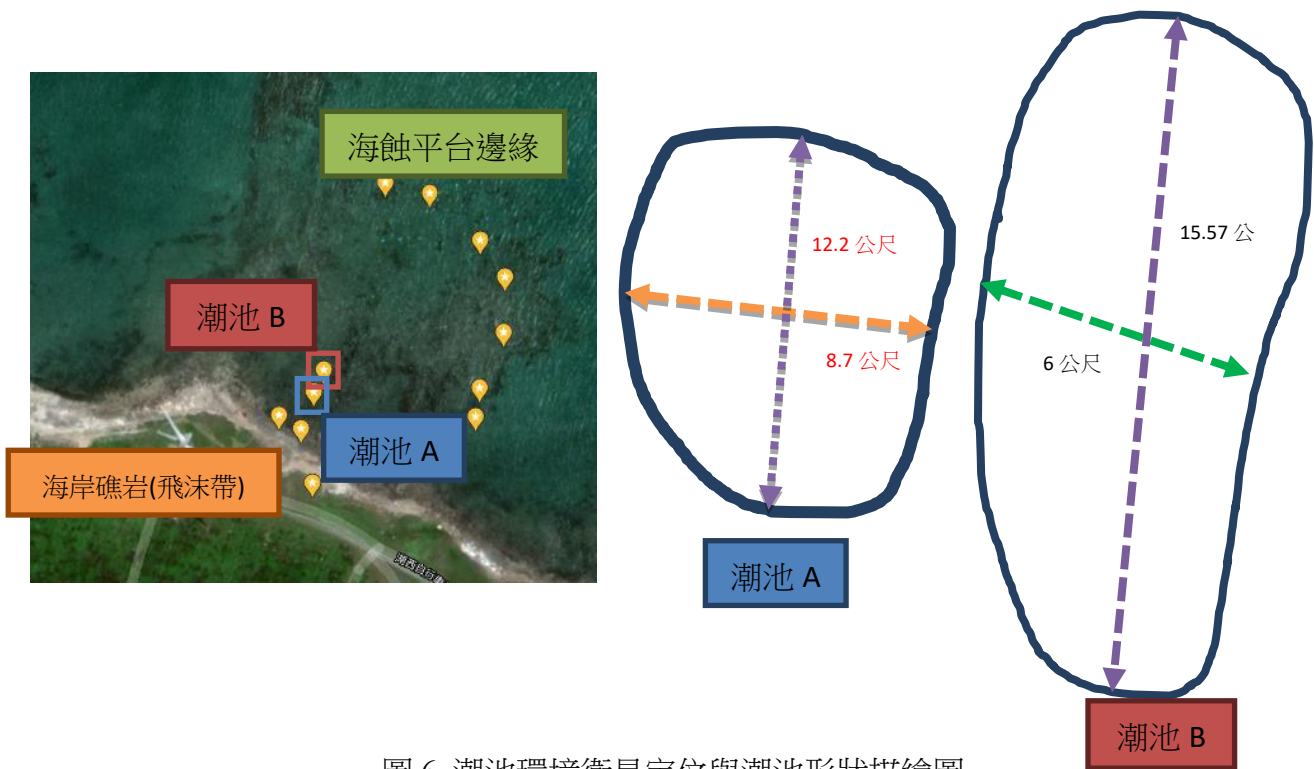


圖 6 潮池環境衛星定位與潮池形狀描繪圖

六、鹽度、水溫檢測計(如圖 7)

我們一開始使用水族箱飼養海水魚的比重計，利用對照表來得到鹽度；後來老師買來可同時顯示鹽度值和溫度值的便攜式精密儀器，數字型的顯示可減少我們測量的誤差。

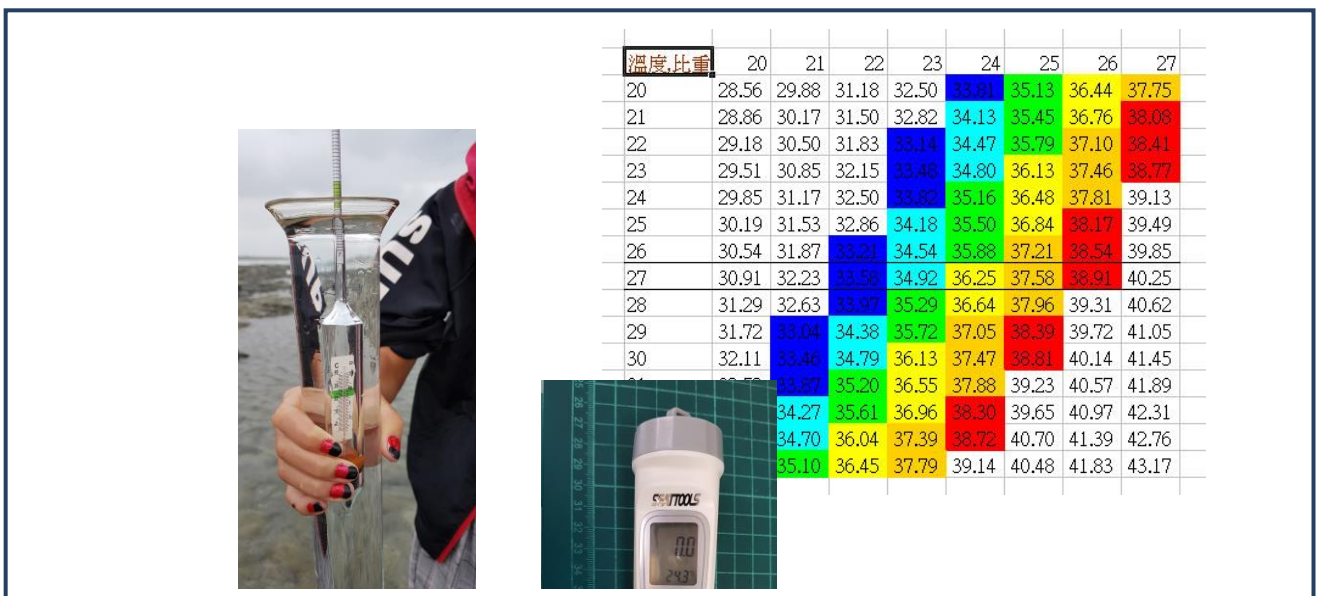


圖 7 鹽度、水溫檢測計

肆、研究過程與方法

一、研究架構圖

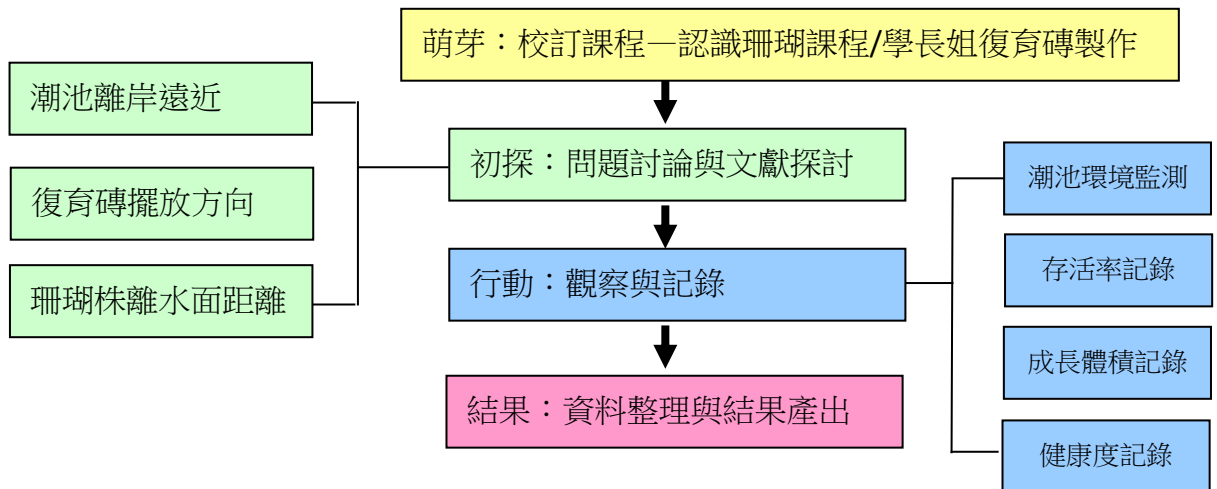


圖 8 研究架構圖

二、文獻探討

透過網路蒐尋與閱覽全國科展有關於「珊瑚」、「潮池」的研究報告，並將重點整理如下：

(一)中華民國第 20 屆中小學科學展覽會 教師組 地球科學科：澎湖本島北海岸沿岸底質之探討

- 1.探討內容：澎湖本島北海岸沿岸底質的調查。
- 2.對本研究幫助：海蝕平台發達的地方，珊瑚礁生長的較好。

(二)中華民國第 31 屆中小學科學展覽會 高中組 生物科：石梯坪珊瑚之初步研究

- 1.探討內容：石梯坪海蝕平台上分佈各形各式的潮池及海蝕溝，即使退潮後仍沒於海水面下，溝池內有各種珊瑚的分佈，種類頗富變化。
- 2.對本研究幫助：退潮後仍沒於海水面下的潮池可以生長珊瑚，安全性也較佳；但在靠近低潮線或潮池中，因浪頭的拍擊或海水進退時形成的力量很大，枝狀的珊瑚禁不住撞擊，分佈以生長緩慢卻堅實的團塊狀或表覆形的珊瑚為主。

(三)中華民國第 51 屆中小學科學展覽會 國中組 生物科：藻到了!萼者之間的關係—萼柱珊瑚(*Stylophora pistillata*)與共生藻之觀察與研究

- 1.探討內容：本研究針對東北角鼻頭港海域中主要的珊瑚品種——萼柱珊瑚進行實地觀察、實驗研究，藉以探究其與共生藻之關係。

2.對本研究幫助：共生藻的密度和水溫有密切關係，珊瑚生長有它合適的水溫範圍。

(四)國立海洋生物博物館（無日期）• 認識珊瑚 • 取自：<http://study.nmmba.gov.tw>

1.探討內容：介紹珊瑚、生長的环境以及種類。

2.對本研究幫助：大部份珊瑚生長在 30 米以內的淺海，海水溫度為 18-30°C 之間的淺海裡，而在 23-28°C 之間生長最好。

(五)蔣莉蓁(2013 年 3 月 4 日) • 水族教學：珊瑚飼養指南及注意 • 取自：

<https://petbird.tw/article4747.html>

1.探討內容：介紹在水族箱裡飼養珊瑚。

2.對本研究幫助：珊瑚正常生長的水鹽度為 2.7%-4.2%之間。

(六)顏寧(2018 年 4 月 1 日) • [演講筆記] 用公民科學紀錄珊瑚白化－珊瑚觀察(CoralWatch)

計畫 • 取自 <https://medium.com/@flaneurdemare/>

1.探討內容：珊瑚重要性？為什麼白化？一起觀察珊瑚吧！

2.對本研究幫助：雖然我們曾經在種苗場裡學過如何觀察珊瑚健康情形，但這篇文章可以幫助我們複習如何使用。

從以上的文獻探討，我們得到珊瑚生長的合適水溫介於 18~30°C 間，23-28°C 之間生長最好，鹽度介於 2.7%-4.2%之間；潮池是可以做為珊瑚復育的場所，且在潮池裡枝狀珊瑚較易折碎，團狀珊瑚較為合適，但因為珊瑚復育需有官方單位指導才能進行，所以本次研究仍以種苗場提供的桌形軸孔珊瑚株為研究樣本。

三、研究過程及方法

(一)正式(校訂)課程教學：在課堂上認識什麼是珊瑚？以及它的生長條件等，共 8 節。

(二)研究過程

1.放置珊瑚復育磚

放置的潮池地點是老師們之前場勘後，幫我們選好的二個潮池（離岸的距離和面積大小不同），老師有說因為這些潮池就算退潮，水面也不會比復育磚頂端低；放置當天，我們幫忙搬珊瑚植株等較小型的東西到潮池邊，在我們和老師討論後，每個潮池我們放二個復育磚，一個垂直海岸，一個平行海岸(如圖 9)。



圖 9 復育磚擺放位置(圖中橫的為平行海岸)

2.定期進行觀察記錄

我們分組輪流到潮池觀察記錄，自 108 年 10 月 21 日起至 109 年 4 月 15 日，共計 10 次，各次記錄情形如圖 10，我們除了去記錄外，如果珊瑚株上有藻類或漁網的話，我們也會一併移除。

		
108/10/21 放置珊瑚磚	108/10/31 第二次觀察記錄	108/11/14 第三次觀察記錄
		
108/11/30 第四次觀察記錄	108/12/24 第五次觀察記錄	109/01/19 第六次觀察記錄
		
109/03/03 第七次觀察記錄	109/03/17 第八次觀察記錄	109/03/26 第九次觀察記錄
		
109/04/15 第十次觀察記錄		

圖 10 各次觀察記錄情形

溫、鹽度以檢測計量測，因配合潮汐和上課時間，所以有時我們在剛退潮、最低潮、快漲潮時去量測，剛好可以瞭解潮池的鹽度變化。

存活率的部份，是在記錄珊瑚株基座是否存在，以及珊瑚是否白化或死亡，如果基座不在，或是已經白化則在記錄表上不做任何劃記；反之，則在珊瑚編號上打勾(順利成長)、打半對半錯(表示珊瑚株有被打斷，但尚未白化或死亡)。

成長體積的部份，我們有問種苗場的姐姐，她有說澎科大有位教授會利用投影方法，然後放進特殊的軟體進行數據分析，但我們覺得這難度超過我們的能力，但又不能把基座拔起來用排水的方法測量，所以我們和老師討論後，決定用量珊瑚長、寬、高最長邊的乘積，當做本研究珊瑚成長的體積。

潮池大小則請老師利用空拍機來描繪形狀，並以皮尺測量長度，另外在老師的指導下計算不規則圖形的面積(如圖 11)，算出的潮池面積分別為潮池 A：86.2 平方公尺、潮池 B：71.2 平方公尺。



圖 11 潮池面積計算情形

3.資料整理、討論與結果產出。

伍、研究結果

以下就本研究的五個研究目的的觀測記錄，進行研究結果的說明如下：

一、潮池鹽度、溫度的監測

這個部份主要是就所選定的潮池鹽度、溫度是否可成為珊瑚生長的环境進行觀測。

我們於 108 年 10 月 21 日~109 年 4 月 15 日計 10 次觀測記錄(如下圖 12)，兩個潮池的平均溫度介於 19.6~27°C 之間，兩個潮池平均鹽度介於 2.9(剛退潮時)~3.8%(即將漲潮時)之間。

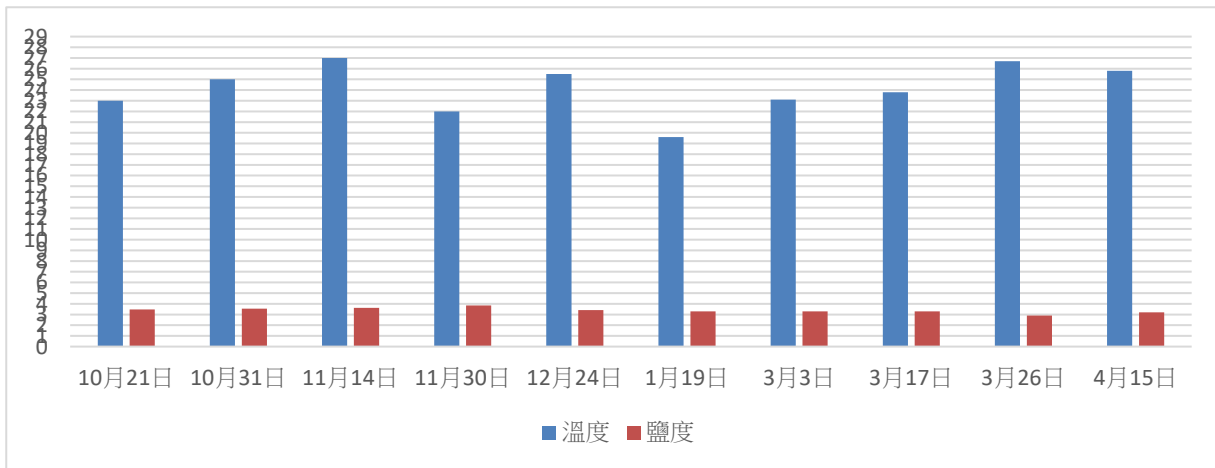


圖 12 潮池平均溫度與鹽度統計圖

如果從珊瑚的平均體積來輔助驗證(如圖 13), 潮池 A 由種植日的平均體積 7.63 cm^3 成長至 295.21 cm^3 , 潮池 B 從種植日的平均體積, 10.53 cm^3 成長至 86.69 cm^3 , 表示珊瑚確實有逐漸成長。

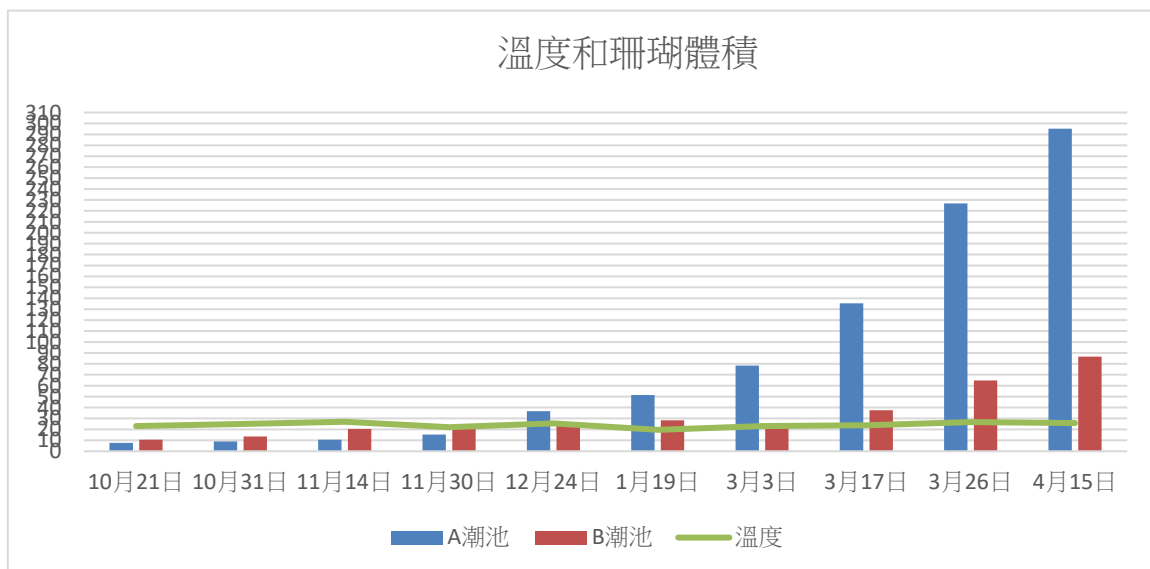


圖 13 溫度與珊瑚體積關係圖

二、潮池離岸遠近(離海蝕平台邊緣距離)對珊瑚成長的影響

本研究是以珊瑚存活率、成長體積的數據當作珊瑚成長的指標，研究結果如下：

(一)珊瑚存活棵數

本研究的觀察記錄統計如圖 14，藍色系為潮池 A(離海蝕平台邊緣距離較遠)存活棵數、紅色系為潮池 B(離海蝕平台邊緣距離較近)存活棵數的統計圖；以本(108)年 4 月 15 日數據說明，潮池 A 兩個復育磚分別有 4、3、11、8 株存活，潮池 B 兩個復育磚分別有 0、7、2、6 株

存活；潮池 A 存活率為 54.2%，潮池 B 存活率為 31.3%，潮池 A (離海蝕平台邊緣距離較遠) 的存活率優於潮池 B (離海蝕平台邊緣距離較近) 的存活率。

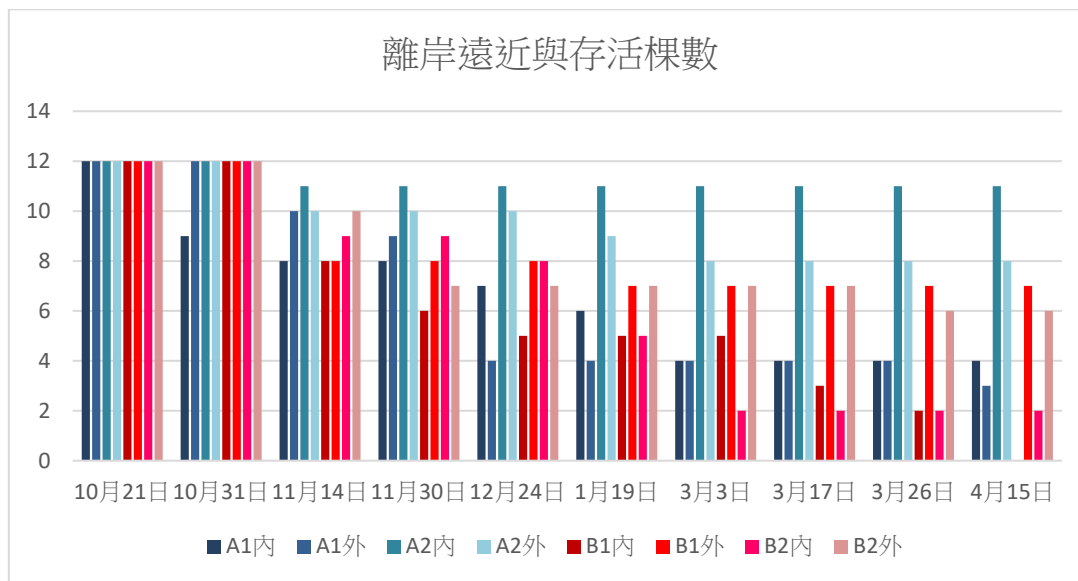


圖 14 離岸遠近與存活棵數統計圖

(二) 珊瑚體積

本研究問題的珊瑚體積統計如圖 15，圖中是以存活珊瑚株之體積平均為計算數據；潮池 A 編號 1 號復育磚平均體積由 6.2 cm³ 成長至 522.53 cm³，編號 2 號復育磚平均體積由 8.27 cm³ 成長至 191.61 cm³，潮池 B 編號 1 號復育磚平均體積由 10.9 cm³ 成長至 86.41 cm³，編號 2 號復育磚平均體積由 10.15 cm³ 成長至 86.96 cm³，從數據可知潮池 A (離海蝕平台邊緣距離較遠) 的珊瑚體積優於潮池 B (離海蝕平台邊緣距離較近) 的珊瑚體積。

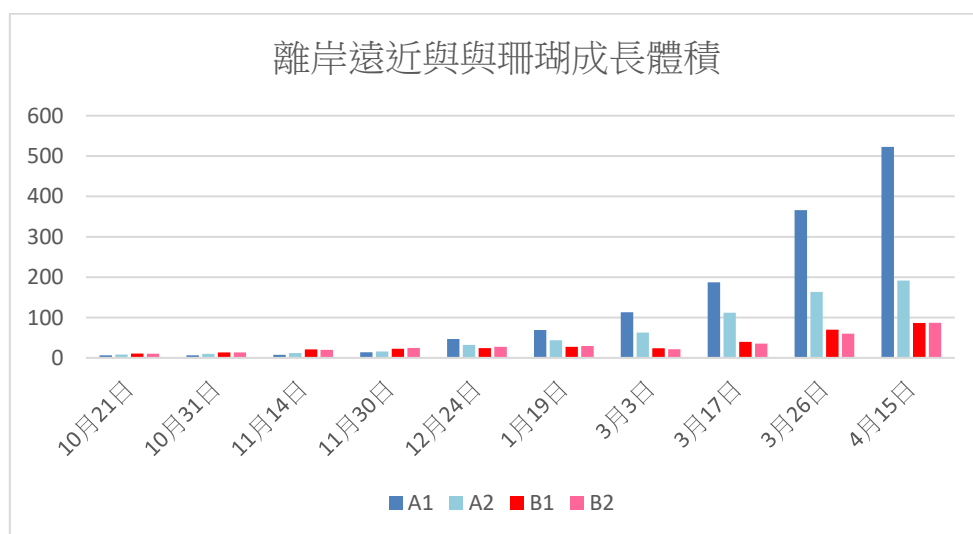


圖 15 離岸遠近與珊瑚體積統計圖

三、復育磚垂直、平行海岸對珊瑚成長的影響

本研究問題主要探討復育磚擺放方向對珊瑚成長是否有影響，以下就存活率、成長體積兩個指標進行說明：

(一)珊瑚存活棵數

統計情形如圖 16，綠色系為垂直海岸復育磚，黃色系為平行海岸復育磚，以本(109)年 4 月 15 日數據說明，垂直海岸兩個復育磚分別有 4、3、0、7 株存活，平行海岸兩個復育磚分別有 11、8、2、6 株存活；垂直海岸復育磚存活率為 29.2%，平行海岸復育磚存活率為 56.3%，所以平行海岸復育磚存活率優於垂直海岸復育磚存活率。

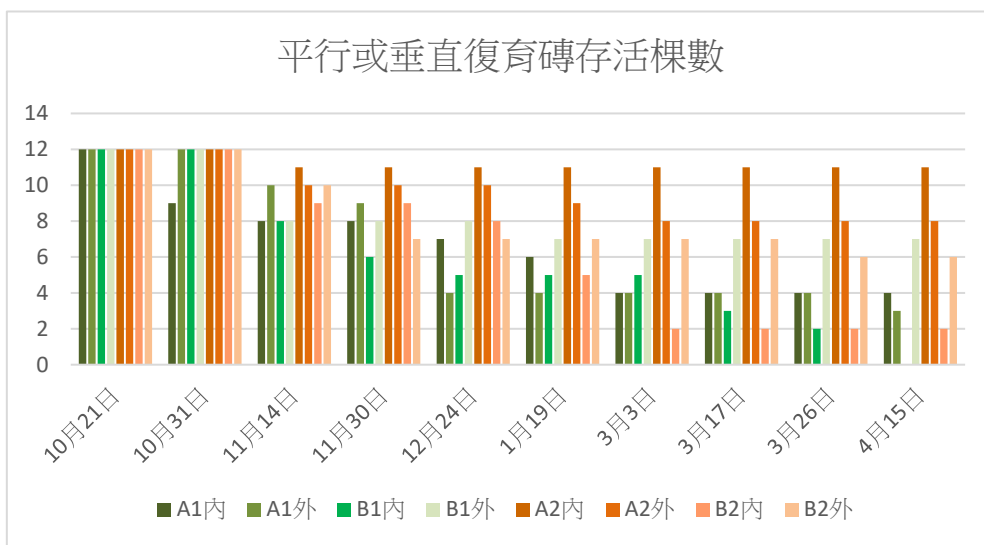


圖 16 平行或垂直復育磚存活棵數統計圖

(二)珊瑚體積

本研究問題的珊瑚體積統計如圖 17，以本(109)年 4 月 15 日數據說明，綠色系的垂直方向復育磚成長平均體積落差相當大，分別為 0、62、305.38、667cm³；黃色系的平行方向復育磚成長平均體積分別為 43.9、209.77、72.16、48.9cm³；整體而言，若能存活下來的珊瑚株，垂直方向復育磚的成長體積優於平行方向。

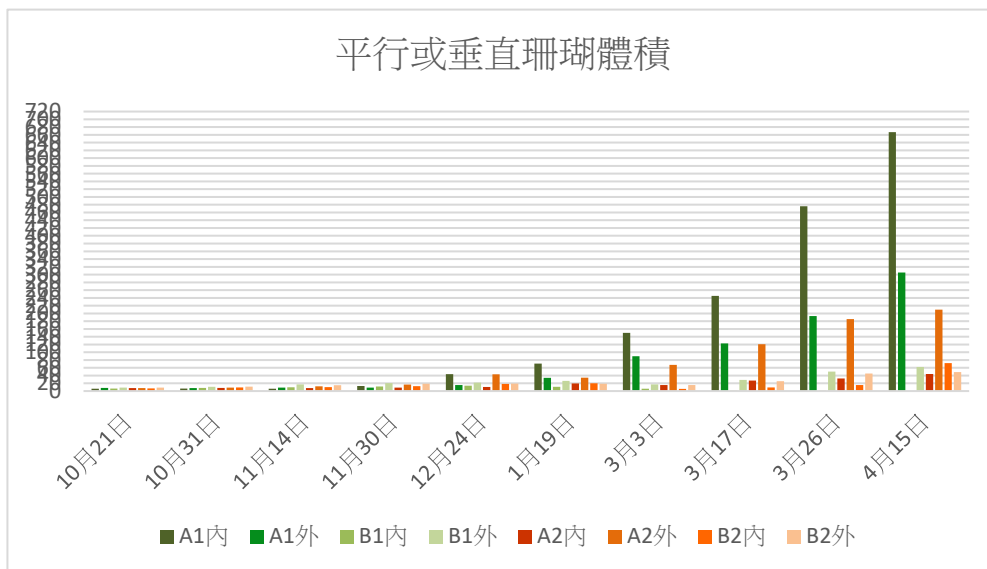


圖 17 平行或垂直復育磚珊瑚成長體積 統計圖

四、珊瑚株離水面距離對珊瑚成長的影響

本研究所使用的珊瑚復育磚與澎湖縣種苗繁殖場合作與指導，水泥材質，呈正三角形，兩側各有三排，四個孔洞，每排間隔約 7cm，將四個復育磚以上、中、下排進行數據分析，其存活、成長體積指標如下：

(一)珊瑚存活株數

從圖 18 可知，綠色系的長條代表上排、黃色系的長條代表中排、藍色系的長條代表下排；上排分別存活 0、4、1、2 株，中排分別存活 3、7、3、3 株，下排分存活 4、8、3、3 株；中、下排存活株數差不多，但明顯優於上排。

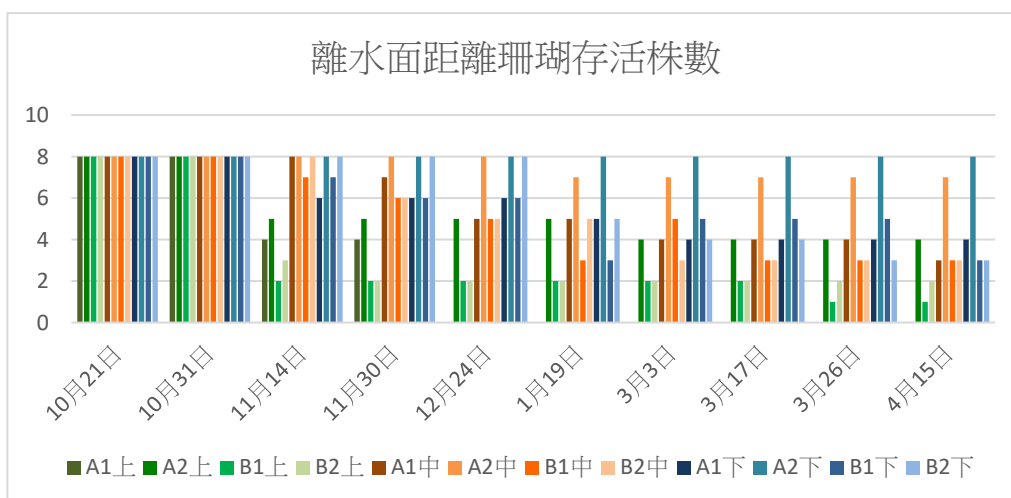


圖 18 離水面距離珊瑚存活株數 統計圖

(二)珊瑚體積

本研究問題的珊瑚體積統計如圖 19，綠色系的長條代表上排、黃色系的長條代表中排、藍色系的長條代表下排。以本(109)年 4 月 15 日數據說明，上排平均體積分別為 0、83.8、17.9、18.04 cm^3 ，最大體積為 302.5 cm^3 ；中排平均體積分別為 250.2、77.3、13.2、7.46 cm^3 ，最大體積為 710.4 cm^3 ；下排平均體積分別為 101.8、115.1、23.19、29.2 cm^3 ，最大體積為 374 cm^3 ；從實驗數據可知，中排珊瑚株有較佳的成長體積，下排略優於上排。

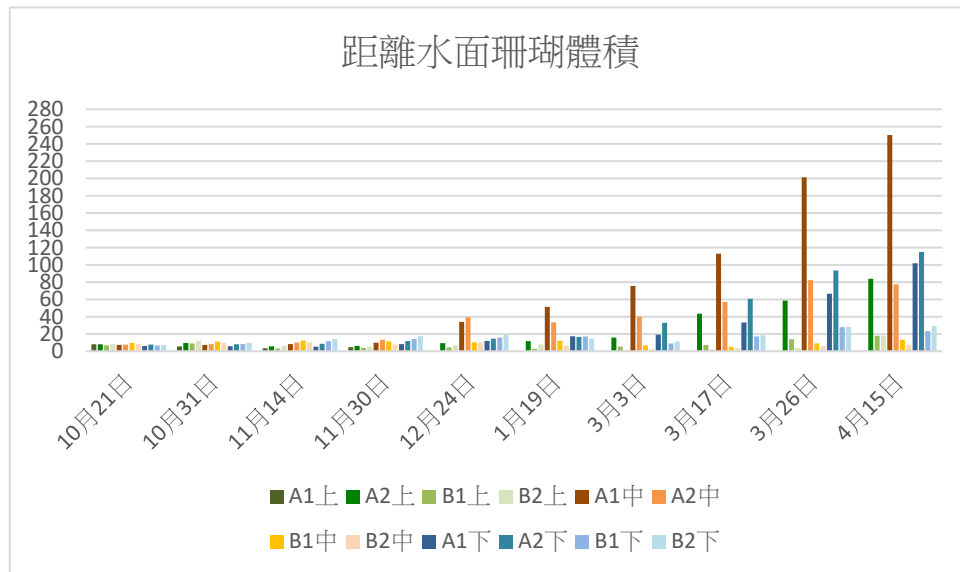


圖 19 離水面距離珊瑚成長體積 統計圖

五、珊瑚健康度對體積成長數據的影響

本研究是利用 Coral watch 記錄表來進行珊瑚健康度的監測，我們從 108 年 12 月 24 日待珊瑚長大到一定體積後(較易辨別顏色)，開始針對健康度監測，以潮池內的復育磚中存活體積較大的珊瑚株為數據進行分析(如圖 20);並計算復育磚上存活體積較大珊瑚的深色顏色平均，做為健康度指標，相關數據如下表 1，最後依健康度指標將圖 20 的長條圖標上顏色，顏色愈深代表該復育磚上的珊瑚愈健康。

我們可以看到潮池 A 編號 1 的復育磚顏色愈來愈深，體積成長的幅度也愈來愈快，而另外三塊的復育磚則較無明顯顏色變化，健康度持平，體積成長幅度也較為平緩。

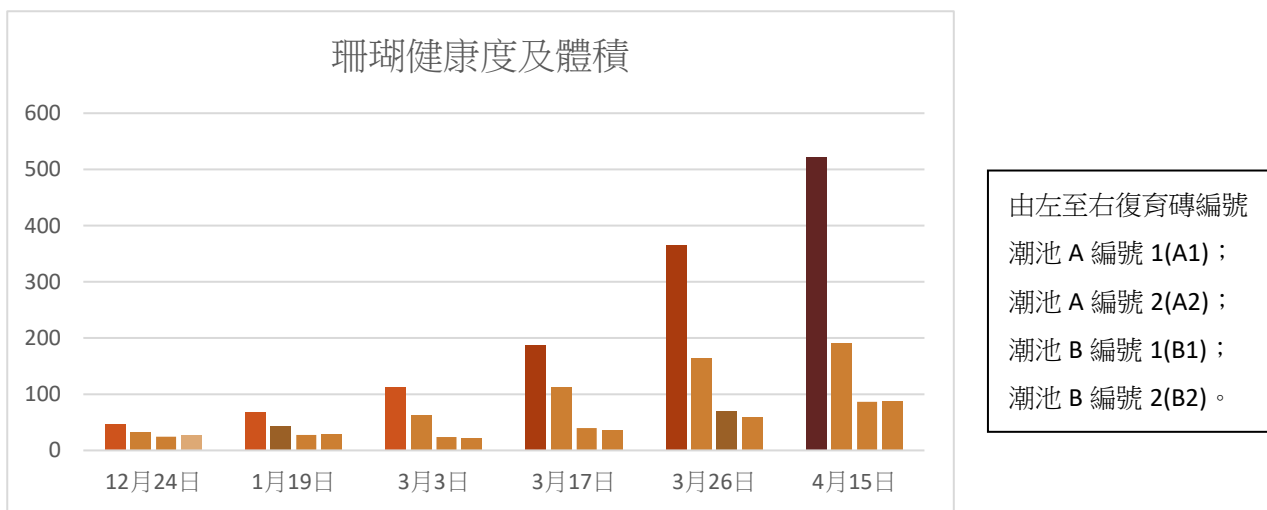


圖 20 珊瑚健康度與體積 統計圖

表 1 珊瑚健康度統計表

編號 日期	A1	A2	B1	B2
2019/12/24	4.2	4.18	4.2	3.6
2020/1/19	4	5.09	4.2	4
2020/3/3	3.4	4.09	4	4
2020/3/17	4.6	4.27	4.2	4.4
2020/3/26	4.8	4.55	4.6	4.2
2020/4/15	4.8	3.91	4	3.8

陸、討論

我們進行五個研究問題的探究與觀測，分別討論如下：

一、潮池鹽度、溫度的監測

我們發現 A、B 潮池的鹽度介於 2.9(剛退潮時)~3.8%(即將漲潮時)之間，落在文獻中所說的珊瑚合適鹽度 2.7~4.2%的區間內；溫度變化介於 19.6~27°C 之間，落在文獻中珊瑚合適生長的 18~30°C 範圍內。







另外，文獻中所提到珊瑚在 23~28°C 生長最佳，觀察記錄數據中冬季(12 月~1 月)水溫較低(三次記錄分別為 22°C、25.5°C、19.6°C)，珊瑚成長速度較慢；春季(2~4 月)水溫逐漸回暖(四次記錄分別為 23.1°C、23.8°C、26.7°C、25.8°C)，珊瑚成長速度明顯變快，和文獻所說一致，我們也有問種苗場的姐姐，她說因為冬季天氣冷，珊瑚要維持它基本生存就耗費許多養份了，所以這樣的結果很合理。

二、潮池離岸遠近(離海蝕平台邊緣距離)對珊瑚成長的影響

我們在這個研究中，是針對珊瑚存活率、成長體積的數據當作珊瑚成長的指標。在存活率指標的觀察記錄數據中，離岸較近的潮池 A，在最後一次觀察(109 年 4 月 15 日)時，分別仍有 33.3%、25%、91.7%、66.7%的存活率，優於離岸較遠潮池 B 的存活率(分別為 0%、58.3%、16.7%、50%)；我們討論這個實驗的結果，推測是因為潮池 A 因離海蝕平台邊緣的距離較遠，海浪的力量被海蝕平台的岩盤所抵擋較多，而潮池 B 離海蝕平台邊緣的距離較近，海浪打過來時被海蝕平台的岩盤所抵擋較少，所以潮池 B 的軸孔珊瑚被打死或基座被打落的比例比較高，故存活率較低。

在生長體積指標的觀察記錄數據中，在最後一次觀察記錄(109 年 4 月 15 日)，潮池 A 兩個復育磚中存活的珊瑚平均體積為 522.53cm³、191.613 cm³，優於潮池 B 的平均體積 86.409 cm³、86.955 cm³，我們推論的原因也是可能是浪的關係，可能讓長大的軸孔珊瑚被打碎。

我們把這推論跟老師說後，老師介紹我們透過臉書，詢問他在國立鳳山高中任教的陳老師，陳老師介紹了一個可以查全球海象、風象的網站(<https://earth.nullschool.net/>)給我們，並跟我們說如果是淺水區域，跟風向應該比較有關，所以我們就利用這網站找了我們做觀察記錄日期的風、海象來驗證我們的說法，其蒐尋後的結果擷圖如下圖 21，潮池 B 較潮池 A 更接近浪來的方向，加上我們推測岩盤會削弱浪的力量，應該能解釋潮池 A 的存活率與成長體積皆優於潮池 B 的原因。

		
108/10/21 放置珊瑚磚日 風向接近北北東方	108/10/31 第二次觀察記錄 風向接近北方	108/11/14 第三次觀察記錄 風向接近北東方
		
108/11/30 第四次觀察記錄 風向接近北方	108/12/24 第五次觀察記錄 風向接近北方	109/01/19 第六次觀察記錄 風向接近北方

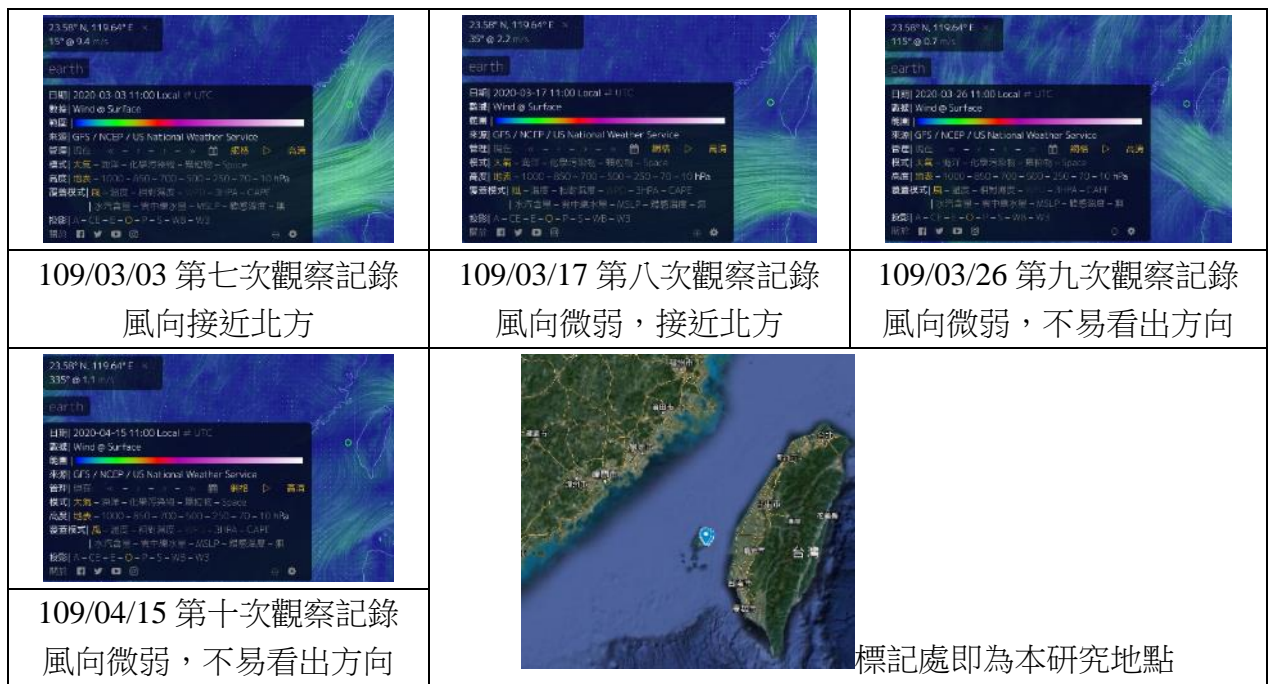


圖 21 觀察記錄日風象情形 擷圖

三、復育磚垂直、平行海岸對珊瑚成長的影響

我們在擺放復育磚時，有特別將磚放成垂直、平行海岸兩個方向，雖然因為海浪的關係，垂直海岸的復育磚過完冬天後沒那麼垂直了，不過還是大致上可以分辨出與平行磚的差異。在存活率指標中平行復育磚數據分別為 91.7%、66.7%、16.7%、50%，而垂直海岸的復育磚分別為 33.3%、25%、0%、58.3%；老師有說過浪的前進行向，一般是平行風向，與海岸地形垂直，根據圖 21 的風向資料，我們推論平行存活率高的原因，雖然迎浪面積較大，但是基座底部有復育磚頂住，所以不易被海浪打落，反之垂直的復育磚其基座容易被打落，故存活率較低。

成長體積指標方面，平行復育磚在最後一次觀察記錄(109 年 4 月 15 日)尚存活的珊瑚株平均體積分別為 43.9 cm³、209.77 cm³、72.16 cm³、48.9 cm³，而垂直復育磚平均體積分別為 667 cm³、305.38 cm³、0 cm³、62 cm³；垂直優於平行的復育磚，我們從基座的擺放位置來分析，最先迎浪的編號 4、8、12 珊瑚基座，在潮池 A、B 兩個復育磚的兩側，共計 12 株，僅有 1 株還存活，所以我們討論可能是迎浪的珊瑚株幫後面的珊瑚株抵擋部份的海浪；另外從物競天擇的想法來說，能抵擋海浪不斷攻擊的存活珊瑚株，可能先天體質較佳，所以存活後能長得特別快。

四、珊瑚株離水面距離對珊瑚成長的影響

珊瑚存活率指標方面，在復育磚中排(存活率 50%)、下排的珊瑚株(存活率 56.3%)優於上排(存活率 21.9%)，我們推測應該是因為潮池是邊界封閉的水域，所以會產生上下震盪的盪漾波，再加上水會減緩浪拍打的力量，所以我們覺得中、下排的珊瑚株在上下運動的波浪中，

透過水和上排的珊瑚株保護，所以存活率較高。

而珊瑚株成長體積的部份，中排優於下排，下排略優於上排。我們推測可能是選定的珊瑚種類是枝狀型態的桌形軸孔珊瑚較易折碎，受浪拍打的因素，上排較易折碎而體積較小；而下排可能受上兩排的珊瑚株遮蔽的關係，所以接收到的陽光比較少，故成長速度慢於中排。

五、珊瑚健康度對體積成長數據的影響

我們利用 Coral watch 進行珊瑚健康度監測，在進入春天後，編號 A1 的復育磚的珊瑚株顏色維持在接近 5 (6 為最健康)，數據也顯示它的珊瑚株成長體積也愈來愈快；而其它復育磚的珊瑚株呈現些微下降的趨勢，也造成它們的珊瑚株成長速度較為緩慢。

因為我們在觀察記錄的時候，在春天常常要為復育磚洗澡，幫它們把復育磚上的藻類清除，所以我們討論可能的原因是因為藻類在春季較為茂盛，有時剛好順著浪覆蓋住部份的珊瑚株，因此造成健康度下降。

另外，我們也發現過了寒假後第一次的觀察記錄(3月3日)，相較於寒假前(1月19日)的記錄，部份珊瑚磚上的成長體積反而下降($27.5\text{cm}^3 \rightarrow 23.75\text{cm}^3$ 、 $29.23\text{cm}^3 \rightarrow 21.38\text{cm}^3$)，可能是冬天海浪打碎枝狀珊瑚的原因，也一併反應在它的健康度數據上，呈現下降的結果($4.2 \rightarrow 4$ 、 $4 \rightarrow 3.4$)。

柒、結論

根據上面的結果與討論，我們這次的研究有以下結論與建議：

一、潮池鹽度、溫度的監測

A、B 潮池的鹽度、溫度變化都在珊瑚合適生長的範圍內，但冬季水溫較低，珊瑚成長速度較慢；所以潮池確實可以進行珊瑚復育，另外建議復育磚投放時機可以選在春季，讓珊瑚株長大一點後再過冬。

二、潮池離岸遠近(離海蝕平台邊緣距離)對珊瑚成長的影響

在珊瑚存活率和成長體積指標方面，潮池 A(離海蝕平台邊緣較遠)皆優於潮池 B(離海蝕平台邊緣較近)；故建議以後在復育磚投放地點選擇時，可以選擇離海蝕平台邊緣較遠的潮池。

三、復育磚垂直、平行海岸對珊瑚成長的影響

珊瑚存活率指標方面，平行海岸投放的復育磚優於垂直復育磚，而珊瑚成長體積指標方面，垂直復育磚卻優於平行復育磚；所以建議以後進行珊瑚復育時，可以視珊瑚株種類進行調整，如果是枝狀形態的軸孔珊瑚等，可以選擇平行海岸投放，減少海浪垂直切面的拍打；如果是團狀形態的微孔珊瑚等，可以選擇垂直海岸投放，增加其體積的成長速度。

四、珊瑚株離水面距離對珊瑚成長的影響

珊瑚存活率指標方面，在復育磚位置中排、下排的珊瑚株優於上排；成長體積指標方面：中排優於下排，下排再略優於上排。所以建議以後進行珊瑚復育時，如果珊瑚株數不足，可以選擇於**中排優先種植**；若可以多種類種植時，可以將生長慢、較不易折碎的珊瑚株，如微孔珊瑚等置於上排，生長速度較快但較易折碎的枝狀珊瑚置於中、下排。

五、珊瑚健康度對體積成長數據的影響

我們利用 Coral watch 進行珊瑚健康度監測，我們可以發現當**珊瑚愈健康(顏色愈深)時，它的體積成長幅度愈大**，反之則愈慢。因此我們可以透過觀察珊瑚的健康度，來即時進行介入動作，如：協助清除藻類、改善該區域的海域環境等，如果是在復育磚上種植，則可考慮搬移復育磚。

捌、研究心得

自從開始種珊瑚後，才發現這比種菜還難，不是放下去，它自己就會長大，也不是過幾天就可以看到它長大，而是要定時去看它，幫它清理周圍的藻類，才不會長不大，有時它的基座從復育磚的洞掉下來，只要還沒白化，就要趕快幫它救起來，還有起死回生的機會，還要去特定的地方，如果退潮會露出水面，就不能種植；雖然這半年只有長大一些，但是看它們有在持續長大，我們就很有成就感了！希望以後一直有機會能種植珊瑚，看到海底滿滿一株株的珊瑚，讓海洋變得更好，也是我們小學生對世界盡一份心力的方法。

玖、參考資料及其他

- 一、中華民國第 20 屆中小學科學展覽會 教師組 地球科學科：澎湖本島北海岸沿岸底質之探討。
- 二、中華民國第 31 屆中小學科學展覽會 高中組 生物科：石梯坪珊瑚之初步研究。
- 三、中華民國第 51 屆中小學科學展覽會 國中組 生物科：藻到了!萼者之間的關係—萼柱珊瑚(*Stylophora pistillata*)與共生藻之觀察與研究。
- 四、國立海洋生物博物館 (無日期) · 認識珊瑚 · 取自：<http://study.nmmba.gov.tw>。
- 五、國立臺灣大學(1998 年 9 月 17 日) · 海洋學教材—第七章海洋波浪 · 取自 <http://w3.oc.ntu.edu.tw/chap7/chap7s1.htm>。
- 六、蔣莉蓁(2013 年 3 月 4 日) · 水族教學：珊瑚飼養指南及注意 · 取自：<https://petbird.tw/article4747.html>。
- 七、顏寧(2018 年 4 月 1 日) · [演講筆記] 用公民科學紀錄珊瑚白化—珊瑚觀察(CoralWatch)計畫 · 取自 <https://medium.com/@flaneurdemare/>

【評語】 080306

本作品對珊瑚在不同潮池復育情形做觀測研究，研究主題有趣且與鄉土環境高度相關。

1. 作品中對其研究主題與相關文獻探討的連結及差異性有科學性的探討。
2. 珊瑚存活率與地形及氣象的探討對相關研究領域有貢獻。
3. 研究結果中如果有照片輔佐觀察解果 (如成長體積、珊瑚健康度)會更清楚。
4. 利用 Coral watch 監測珊瑚健康度，發現愈健康的珊瑚，體積成長愈快。
5. 觀測不同潮池對於珊瑚成長的影響與珊瑚復育有關，經比較後發現潮池 A 的珊瑚有較佳的成長外也探討復育磚相對位置。若可以針對兩個潮池進行較詳盡的條件分析，所得觀測成果對於珊瑚復育有幫助。

研究動機

我們五年級今年學校的校訂課程在介紹珊瑚；去年我們看學長姐在做珊瑚復育磚時，老師就有預告今年要帶我們去做復育課程，讓我們期待好久！好不容易上完室內課程，我們盼到了去潮池種珊瑚的日子；還記得那磚好重，我們都搬不動，只好看老師和種苗場的姐姐搬得氣喘吁吁；放入潮池前，阿鈴問：「這樣會活嗎？」同學們便七嘴八舌討論起來，老師便建議我們來做一個研究，怎麼放？放在哪？對珊瑚生長比較有幫助，所以我們就開始這次的研究。

研究目的

- 一、監測選定的潮池鹽度、溫度是否可成為珊瑚生長的环境。
- 二、探究潮池離岸遠近(離海蝕平台邊緣距離)對珊瑚成長的影響
- 三、探究復育磚擺放方向(垂直、平行海岸)對珊瑚成長的影響
- 四、探究珊瑚株離水面距離對珊瑚成長的影響
- 五、探究珊瑚健康度對體積成長數據的影響

研究工具

一、珊瑚復育磚

與澎湖縣種苗繁殖場合作與指導，水泥材質，呈正三角形(高度約45cm)，兩側各有三排，每排四個孔洞(示意圖如圖1)。

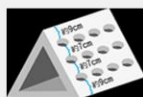


圖1 珊瑚復育磚示意圖

二、珊瑚復育磚觀察記錄表

如觀察記錄本，以內、外側進行編號，方便我們觀察記錄；此外每次還需記錄溫度、鹽度、天氣、觀察者等資訊。



圖2 Coral watch 珊瑚健康度記錄表

三、Coral watch 珊瑚健康度記錄表

這個記錄表(如圖2)是在水下用分光光譜儀測量，是評量珊瑚是否健康的顏色指標，總共分成四個色系，顏色愈深代表珊瑚愈健康；我們是在12月底，待珊瑚確定存活後，開始觀測。

四、珊瑚株與基座

因法令規定，所以我們的是在種苗場的指導下進行，這次研究的珊瑚株的品種是桌形軸孔珊瑚，基座是由珊瑚礁磨製的天然環保材質(如圖3)。



圖3 珊瑚株與基座

五、潮池

潮池位於龍門村潮間帶(位於澎湖本島東方偏北)，小地名叫做七個囡仔的地方，是海蝕平台，衛星定位如圖4，說明如下：

(一)編號潮池A：面積86.2m²，退潮時深度48cm，離岸最近距離23.69m，離海蝕平台邊緣距離介於101~131m之間。

(二)編號潮池B：面積71.2m²，退潮時深度49cm，離岸最近距離42.42m，離海蝕平台邊緣距離介於103~149m之間。

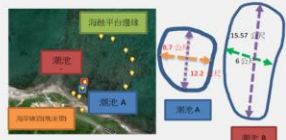


圖4 潮池環境衛星定位與形狀描繪圖

六、鹽度、水溫檢測計

研究過程與方法

一、研究架構圖

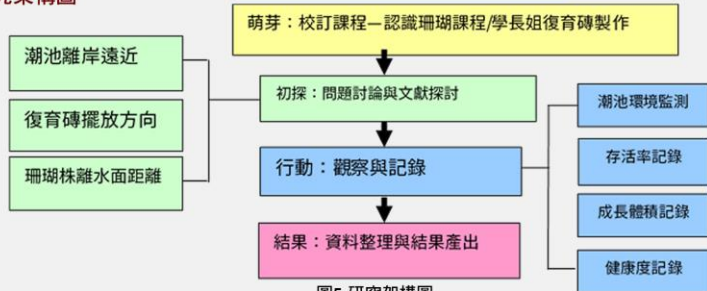


圖5 研究架構圖

二、文獻探討 略(見作品說明書)

從以上的文獻探討，我們得到珊瑚生長的合適水溫介於18~30°C間，23-28°C之間生長最好，鹽度介於2.7%-4.2%之間；潮池是可以做為珊瑚復育的場所，且在潮池裡枝狀珊瑚較易折碎，團狀珊瑚較為合適，但因為珊瑚復育需有官方單位指導才能進行，所以本次研究仍以種苗場提供的桌形軸孔珊瑚株為研究樣本。

三、研究過程及方法

(一)正式(校訂)課程教學：在課堂上認識什麼是珊瑚？以及它的生長條件等，共8節。

(二)研究過程

1. 放置珊瑚復育磚

放置的潮池地點是老師們之前場勘後，幫我們選好的二個潮池(離岸的距離和面積大小不同)，老師有說因為這些潮池就算退潮，水面也不會比復育磚頂端低；放置當天，我們幫忙搬珊瑚植株等較小型的東西到潮池邊，我們和老師討論後，每個潮池我們放二個復育磚，一個垂直海岸，一個平行海岸(如圖6)。



圖6 珊瑚復育磚擺放情形

2. 定期進行觀察記錄

我們分組輪流到潮池觀察記錄，自108年10月21日起至109年4月15日，共計10次(詳如作品說明書)，記錄情形如圖7，我們除了去記錄外，如果珊瑚株上有藻類或漁網的話，我們也會一併移除。



圖7 觀察記錄情形

溫、鹽度以檢測計量測，因配合潮汐和上課時間，所以有時我們在剛退潮、最低潮、快漲潮時去量測，剛好可以瞭解潮池的鹽度變化。

在活率的部份，是在記錄珊瑚株基座是否存在，以及珊瑚是否白化或死亡，如果基座不在，或是已經白化則在記錄表上不做任何劃記；反之，則在珊瑚編號上打勾(順利成長)、打半對半錯(表示珊瑚株有被打斷，但尚未白化或死亡)。

成長體積的部份，我們有問種苗場的姐姐，她有說澎科大有位教授會利用投影方法，然後放進特殊的軟體進行數據分析，但我們覺得這難度超過我們的能力，但又不能把基座拔起來用排水的方法測量，所以我們和老師討論後，決定用量珊瑚長、寬、最高最長的乘積，當做本研究珊瑚成長的體積。

潮池大小則請老師利用空拍機來描繪形狀，並以皮尺測量長度，另外在老師的指導下計算不規則圖形的面積。

3. 資料整理、討論與結果產出。

研究結果

以下就本研究的五個研究目的的觀測記錄，進行研究結果的說明如下：

一、潮池鹽度、溫度的監測

這個部份主要是就所選定的潮池鹽度、溫度是否可成為珊瑚生長的環境進行觀測。我們於108年10月21日~109年4月15日計10次觀測記錄(如下圖8)，兩個潮池的平均溫度介於19.6~27℃之間，平均鹽度介於2.9(剛退潮時)~3.8%(即將漲潮時)之間。

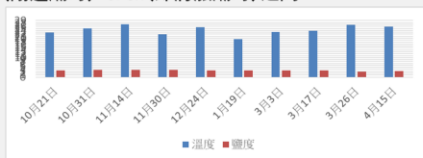


圖8 潮池平均溫度與鹽度統計圖

如果從珊瑚的平均體積來輔助驗證(如圖9)，潮池A由種植日的平均體積7.63cm³成長至295.21cm³，潮池B從種植日的平均體積，10.53cm³成長至86.69cm³，表示珊瑚確實有逐漸成長。

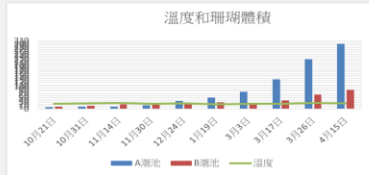


圖9 溫度與珊瑚體積關係圖

二、潮池離岸遠近(離海蝕平台邊緣距離)對珊瑚成長的影響

本研究是以珊瑚存活率、成長體積的數據當作珊瑚成長的指標，研究結果如下：

(一)珊瑚存活株數

如圖10，藍色系為潮池A(離海蝕平台邊緣距離較遠)，紅色系為潮池B(離海蝕平台邊緣距離較近)存活株數的統計圖；以4月15日數據說明，潮池A兩個復育磚分別有4、3、11、8株存活，潮池B兩個復育磚分別有0、7、2、6株存活；潮池A存活率為54.2%，潮池B存活率為31.3%，潮池A(離海蝕平台邊緣距離較遠)的存活率優於潮池B(離海蝕平台邊緣距離較近)的存活率。

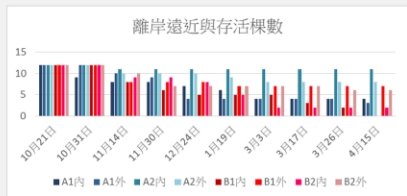


圖10 離岸遠近與存活株數統計圖

(二)珊瑚體積

本研究問題的珊瑚體積統計如圖11，圖中是以存活珊瑚株之體積平均為計算數據；潮池A編號1復育磚體積由6.2 成長至522.53 cm³，編號2體積由8.27 成長至191.61 cm³，潮池B編號1復育磚體積由10.9 成長至86.41 cm³，編號2平均體積由10.15 成長至86.96 cm³，因此潮池A(離海蝕平台邊緣距離較遠)優於潮池B(離海蝕平台邊緣距離較近)的珊瑚體積。

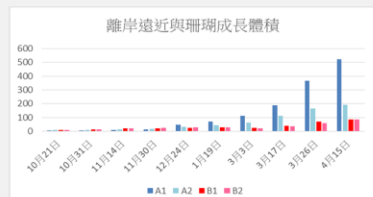


圖11 離岸遠近與珊瑚體積統計圖

三、復育磚垂直、平行海岸對珊瑚成長的影響

本研究問題主要探討復育磚擺放方向對珊瑚成長是否有影響，以下就存活率、成長體積兩個指標進行說明：

(一)珊瑚存活株數

統計情形如圖12，綠色系為垂直海岸復育磚，黃色系為平行海岸復育磚，以109年4月15日數據說明，垂直海岸兩個復育磚分別有4、3、0、7株存活，平行海岸兩個復育磚分別有11、8、2、6株存活；垂直海岸存活率為29.2%，平行海岸存活率為56.3%，所以平行海岸優於垂直海岸復育磚存活率。

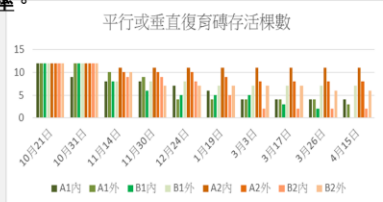


圖12 平行或垂直復育磚存活株數統計圖

(二)珊瑚體積

統計如圖13，以109年4月15日數據說明，綠色系的垂直方向復育磚成長平均體積落差相當大，分別為0、62、305.38、667cm³；黃色系的平行方向復育磚成長平均體積分別為43.9、209.77、72.16、48.9cm³；整體而言，若能存活下來的珊瑚株，垂直方向的成長體積優於平行方向復育磚。



圖13 平行或垂直復育磚珊瑚成長體積 統計圖

四、珊瑚株離水面距離對珊瑚成長的影響

本研究所使用的珊瑚復育磚，呈正三角形，兩側各有三排，四個孔洞，每排間隔約7cm，將四個復育磚以上、中、下排進行數據分析：

(一)珊瑚存活株數

從圖14可知，綠色系的長條代表上排、黃色系的長條代表中排、藍色系的長條代表下排；上排分別存活0、4、1、2株，中排分別存活3、7、3、3株，下排分存活4、8、3、3株；中、下排存活株數差不多，但明顯優於上排。

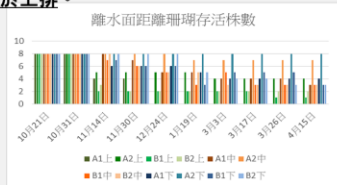


圖14 離水面距離珊瑚存活株數 統計圖

(二)珊瑚體積

如圖15，綠色系長條代表上排、黃色系長條代表中排、藍色系長條代表下排。以4月15日數據，上排平均體積為0、83.8、17.9、18.04cm³，最大體積為302.5cm³；中排為250.2、77.3、13.2、7.46cm³，最大體積為710.4cm³；下排體積為101.8、115.1、23.19、29.2cm³，最大體積為374cm³；中排珊瑚株有較佳的成長體積，下排略優於上排。

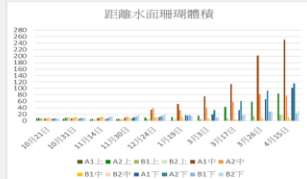


圖15 離水面距離珊瑚成長體積 統計圖

五、珊瑚健康度對體積成長數據的影響

本研究是利用Coral watch記錄表來進行珊瑚健康度的監測，我們從108年12月24日待珊瑚長大到一定體積後(較易辨別顏色)，開始針對健康度監測，以潮池內的復育磚中存活體積較大的珊瑚株為數據進行分析(如圖16)；並計算復育磚上存活體積較大珊瑚的深色顏色平均，做為健康度指標，相關數據如下表1，最後依健康度指標將圖20的長條圖標上顏色，顏色愈深代表該復育磚上的珊瑚愈健康。

我們可以看到潮池A編號1的復育磚顏色愈來愈深，體積成長的幅度也愈來愈快，而另外三塊復育磚則較無明顯顏色變化，健康度持平，體積成長幅度也較為平穩。



圖16 珊瑚健康度與體積 統計圖

表1 珊瑚健康度統計表

編號日期	A1	A2	B1	B2
2019/12/24	4.2	4.18	4.2	3.6
2020/1/19	4	5.09	4.2	4
2020/3/5	3.4	4.09	4	4
2020/3/17	4.6	4.27	4.2	4.4
2020/3/26	4.8	4.55	4.6	4.2
2020/4/15	4.8	3.91	4	3.8

由左至右復育磚編號
潮池A編號1(A1)
潮池A編號2(A2)
潮池B編號1(B1)
潮池B編號2(B2)

我們進行五個研究問題的探究與觀測，分別討論如下：

一、潮池鹽度、溫度的監測

潮池的鹽度介於2.9(剛退潮時)~3.8%(即將漲潮時)間，溫度變化介於19.6~27°C之間，皆在文獻中適合珊瑚生長的範圍內。另外，文獻中所提到珊瑚在23~28°C生長最佳，觀察記錄數據中冬季(12月~1月)水溫較低(三次記錄分別為22°C、25.5°C、19.6°C)，珊瑚成長速度較慢；春季(2~4月)水溫逐漸回暖(四次記錄分別為23.1°C、23.8°C、26.7°C、25.8°C)，珊瑚成長速度明顯變快，和文獻一致，我們也有問種苗場的姐姐，她說因為冬季天氣冷，珊瑚要維持它基本生存就耗費許多養份了，所以這樣的結果很合理。

二、潮池離岸遠近(離海蝕平台邊緣距離)對珊瑚成長的影響

我們在這個研究中，是針對珊瑚存活率、成長體積的數據當作珊瑚成長的指標。在存活率指標方面，離岸較近的潮池A，在最後一次觀察時，分別仍有33.3%、25%、91.7%、66.7%的存活率，優於離岸較遠潮池B的存活率(分別為0%、58.3%、16.7%、50%)；我們討論這個結果，推測是因為潮池A因離海蝕平台邊緣的距離較遠，海浪的力量被岩盤抵擋較多，而潮池B離海蝕平台邊緣的距離較近，海浪打過來時岩盤所抵擋較少，所以潮池B的軸孔珊瑚被打死或基座被打落的比例比較高，故存活率較低。在生長體積指標中，在最後一次觀察記錄(109年4月15日)，潮池A兩個復育磚中存活的珊瑚平均體積為522.53、191.613cm³，優於潮池B的平均體積86.409、86.955cm³，我們推論的原因也可能是浪的關係，讓長大的軸孔珊瑚被打碎。

我們把這推論跟老師說後，老師介紹我們透過臉書，詢問他在高中任教的陳老師，陳老師介紹了一個可以查全球海象、風象的網站(<https://earth.nullschool.net>)給我們，並跟我們說如果是淺水區域，跟風向應該比較有關，所以我們就利用這網站找了我們做觀察記錄日期的風、海向來驗證我們的說法，其蒐尋後的結果擷圖如圖17(以108年11月14日為例)，**潮池B較潮池A更接近浪來的方向**，加上我們推測岩盤會削弱浪的力量，應該能解釋潮池A的存活率與成長體積皆優於潮池B的原因。

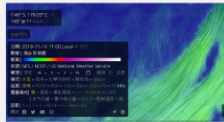


圖17 108/11/14觀察記錄風向接近東北方

三、復育磚垂直、平行海岸對珊瑚成長的影響

我們在擺放復育磚時，有特別將磚放成垂直、平行海岸兩個方向，在存活率指標中平行復育磚數據分別為91.7%、66.7%、16.7%、50%，而垂直海岸的復育磚分別為33.3%、25%、0%、58.3%；老師有說過浪的前進方向，一般是平行風向，與海岸地形垂直，根據圖21的風向資料，我們推論平行存活率高的原因，雖然迎浪面積較大，但是**基座底部有復育磚頂住**，所以不易被海浪打落，反之垂直的復育磚其基座容易被打落，故存活率較低。

成長體積指標方面，平行復育磚在最後一次觀察記錄(109年4月15日)尚存活的珊瑚株平均體積分別為43.9、209.77、72.16、48.9cm³，而垂直復育磚平均體積分別為667、305.38、0、62cm³；垂直優於平行的復育磚，我們從基座的擺放位置來分析，最先迎浪的編號4、8、12珊瑚基座，在潮池A、B兩個復育磚的兩側，共計12株，僅有1株還存活，所以我們討論可能是**迎浪的珊瑚株背後面的珊瑚株抵擋**部份的海浪。

四、珊瑚株離水面距離對珊瑚成長的影響

珊瑚存活率指標方面，在復育磚中排(存活率50%)、下排的珊瑚株(存活率56.3%)優於上排(存活率21.9%)，我們推測這應該是因為潮池是邊界封閉的水域，所以會產生上下震盪的盪漾波，再加上水會減緩浪拍打的力量，所以我們覺得中、**下排的珊瑚株**在上下運動的波浪中，透過水和上排的珊瑚株保護，所以**存活率較高**。

而珊瑚株成長體積的部份，中排優於下排，下排略優於上排。我們推測可能是選定的珊瑚種類是枝狀型態的桌形軸孔珊瑚較易折碎，受浪拍打的影響，上排較易折碎而體積較小；而下排可能受上兩排的珊瑚株遮蔽的關係，所以接收到的陽光比較少，故成長速度慢於中排。

五、珊瑚健康度對體積成長數據的影響

我們利用Coral watch進行珊瑚健康度監測，在進入春天後，編號A1的復育磚的**珊瑚株顏色維持在接近5(6為最健康)**，數據也顯示它的**珊瑚株成長體積也愈來愈快**；而其它復育磚的珊瑚株呈現些微下降的趨勢，也造成它們的珊瑚株成長速度較為緩慢。

因為我們在觀察記錄的時候，在春天常常要為復育磚洗澡，幫它們把復育磚上的藻類清除，所以我們討論可能的原因是因為藻類在春季較為茂盛，有時剛好順著浪覆蓋住部份的珊瑚株，因此造成健康度下降。

另外，我們也發現過了寒假後第一次的觀察記錄(3月3日)，相較於寒假前(1月19日)的記錄，部份珊瑚磚上的**成長體積反而下降**(27.5→23.75cm³、29.23→21.38cm³)，可能是冬天海浪打碎枝狀珊瑚的原因，也一併反應在它的**健康度數據上，呈現下降的結果**(4.2→4、4→3.4)。

結論與建議

根據上面的結果與討論，我們這次的研究有以下結論與建議：

一、潮池鹽度、溫度的監測

A、B潮池的鹽度、溫度變化都在珊瑚合適生長的範圍內，但冬季水溫較低，珊瑚成長速度較慢；所以**潮池確實可以進行珊瑚復育**，另外**建議復育磚投放時機可以選在春季**，讓珊瑚株長大一點後再過冬。

二、潮池離岸遠近(離海蝕平台邊緣距離)對珊瑚成長的影響

在珊瑚存活率和成長體積指標方面，潮池A(離海蝕平台邊緣較遠)皆優於潮池B(離海蝕平台邊緣較近)；故建議以後在復育磚投放地點選擇時，可以**選擇離海蝕平台邊緣較遠的潮池**。

三、復育磚垂直、平行海岸對珊瑚成長的影響

珊瑚存活率指標方面，**平行海岸投放的復育磚優於垂直復育磚**，而珊瑚成長體積指標方面，**垂直復育磚卻優於平行復育磚**；所以建議以後進行珊瑚復育時，可以視珊瑚種類進行調整，如果是枝狀形態的**軸孔珊瑚等**，可以**選擇平行海岸投放**，減少海浪垂直切面的拍打；如果是**團狀形態的微孔珊瑚等**，可以**選擇垂直海岸投放**，增加其體積的成長速度。

四、珊瑚株離水面距離對珊瑚成長的影響

珊瑚存活率指標方面，在復育磚位置**中排、下排的珊瑚株優於上排**；成長體積指標方面：**中排優於下排，下排再略優於上排**。所以建議以後進行珊瑚復育時，如果珊瑚株數不足，可以**選擇於中排優先種植**；若可以多種類種植時，可以將生長慢、較不易折碎的珊瑚株，如**微孔珊瑚等置於上排**，生長速度較快但較易折碎的**枝狀珊瑚置於中、下排**。

五、珊瑚健康度對體積成長數據的影響

我們利用Coral watch進行珊瑚健康度監測，我們可以發現**當珊瑚愈健康(顏色愈深)時**，它的**體積成長幅度愈大**，反之則愈慢。因此我們可以**透過觀察珊瑚的健康度，來即時進行介入動作**，如：協助清除藻類、改善該區域的海域環境等，如果是在復育磚上種植，則可考慮搬移復育磚。

研究心得

自從開始種珊瑚後，才發現這種藻類，不是放下去，它自己就會長大，也不是過幾天就可以看到它長大，而是要定時去看它，幫它清理周圍的藻類，才不會長不大，有時它的基座從復育磚的洞掉下來，只要還沒白化，就要趕快幫它救起來，還有起死回生的機會，還要去特定的地方，如果退潮會露出水面，就不能種植；雖然這半年只有長大一些，但是看它們有在持續長大，我們就很有成就感了！希望以後一直有機會能種植珊瑚，看到海底滿滿一株株的珊瑚，讓海洋變得更好，也是我們小學生對世界盡一份心力的方法。

參考資料與其它：見作品說明書