

中華民國第 62 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 生物科

第三名

030314

「參參」不息—潮間帶蕩皮參(*Holothuria leucospilota*)與紫輪參(*Polycheira fusca*)生物生態、活動週期及躲藏行為之研究

學校名稱：基隆市立銘傳國民中學

作者： 國二 張詠鈞 國二 蔡明哲 國二 陳玉欣	指導老師： 鄭志龍 廖畬柔
-----------------------------------	---------------------

關鍵詞：潮間帶、紫輪參、蕩皮參

摘要

以潮間帶常見的紫輪參和蕩皮參為研究對象，模擬潮間帶環境並長時間錄影，針對外型特徵、晝夜活動週期研究，更進一步加溫海水和模擬漲退潮，研究溫度和潮汐對活動量的影響，並研究兩種海參躲藏隱蔽是否有回原石頭的行為及影響因素，最後研究兩種海參對水流的承受能力。

本研究發現，若環境無水位變化，海參的活動週期與潮間帶漲退潮時間無明顯關聯，海水升溫卻會使海參活動量提升，海參日夜皆可能回原石頭躲藏。無論漲退潮或乾濕，海參都會優先選擇躲藏於石頭下，石頭為優先影響因素，若未接觸石頭時，海水則是第二影響因素。本研究發現紫輪參可感受水位變化，因此活動週期與活動量會受漲退潮水位影響。另外因缺少管足，紫輪參吸附能力弱於蕩皮參。

壹、研究動機

身為基隆人，我們的生活靠海很近，潮間帶是我們經常會去玩耍的區域。踩在岩石上時，很容易發現上面黏著大大小小長得像糞便的東西，又不太會動，一開始甚至還不知道到底是石頭還是生物，後來一問才知道是一種叫「海參」的生物。同樣棲息在東北角潮間帶，紫輪參和蕩皮參的生活環境卻大不相同，蕩皮參棲息在潮間帶較靠內陸的中低潮帶，有別於許多海參的夜行性，蕩皮參白天夜晚都會出沒活動；而紫輪參則在較靠外海的低潮帶，身體構造甚至不具有大部分棘皮動物所具備的管足，因此想探討同區域但生活環境甚至身體構造都截然不同的兩種海參，在不同情況下的行為差異。藉此了解潮間帶生物在不同生活環境下以及當環境改變時的行為改變及應對措施，並且增加自身對於基隆東北角潮間帶生物的了解。

貳、研究目的

- 一、觀察海參品種、行為特徵與生活環境
- 二、探討紫輪參、蕩皮參晝夜活動週期差異與影響因素
 - (一) 晝夜活動週期
 - (二) 溫度因素
 - (三) 潮汐因素
- 三、探討紫輪參、蕩皮參是否會有躲藏隱蔽的行為及影響因素
 - (一) 活動後是否回原石頭躲藏隱蔽
 - (二) 影響躲藏隱蔽的因素
- 四、探討紫輪參、蕩皮參對不同強度水流的承受能力

參、研究設備與器材

		
海水	打氣機	攝影機

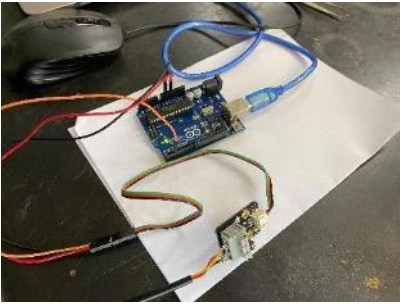




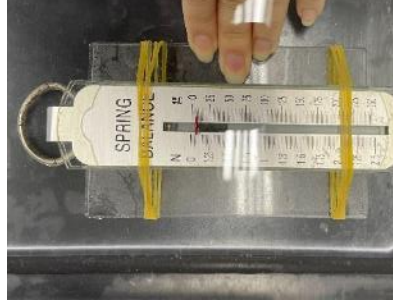



		
<p>Arduino 機板與測溫器</p>	<p>升溫器</p>	<p>解剖顯微鏡</p>
		
<p>沉水馬達</p>	<p>水質測試試劑</p>	<p>彈簧秤與金屬片</p>
		
<p>模擬潮汐裝置</p>	<p>飼養缸(長 43cm 寬 24cm 高 26cm)、海參和檯燈</p>	<p>飼養缸(長 30cm 寬 15.5cm 高 22cm)</p>

圖 3-1 實驗裝置

肆、研究方法與過程

一、研究架構

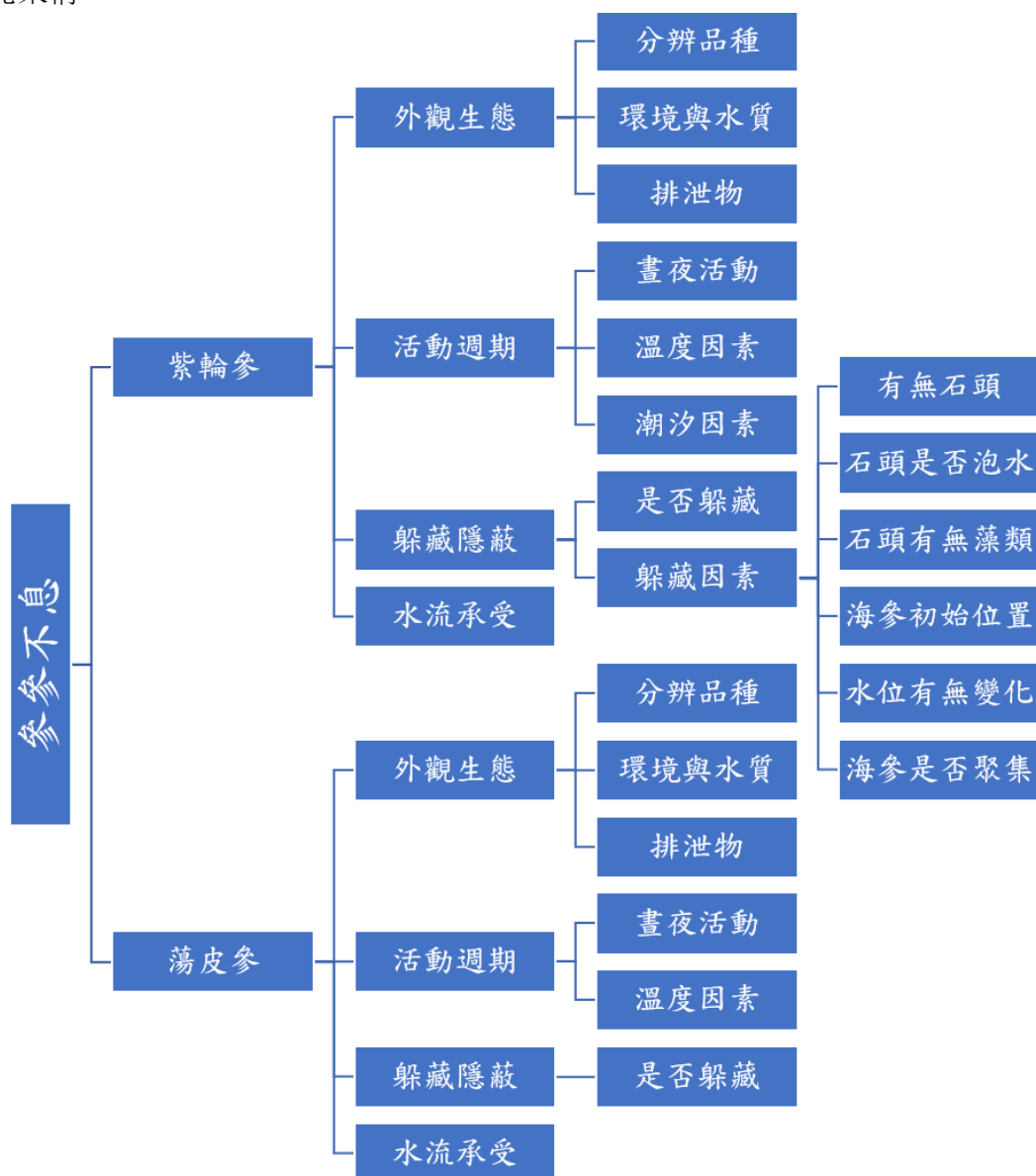


圖 4-1-1 研究架構圖

二、文獻探討與名詞解釋

(一)、紫輪參和蕩皮參

界	動物界 Animalia	動物界 Animalia
門	棘皮動物門 Echinodermata	棘皮動物門 Echinodermata
綱	海參綱 Holothuroidea	海參綱 Holothuroidea
目	無足目 Apodida	楯手目 Aspidochirotida
科	指參科 Chiridotidae	海參科 Holothuriidae
屬	輪參屬 Polycheira	海參屬 Holothuria
種	紫輪參 P. fusca	玉足海參 H. leucospilota

表 4-2-1 紫輪參與蕩皮參之分類

(二)、居維氏管

海參泄殖腔旁，分出一對枝狀器官（水肺），水肺基部有許多細管構成的居維氏管，是海參特有的防禦器官。蕩皮參在進行防禦行為時會背對攻擊者並急劇收縮其體壁肌肉，這導致泄殖腔壁撕裂，肛門張開，腺體中的細管被彈出。這些細管具有很大的抗拉強度，遇到任何物體都會變得粘稠，能使敵人的行動受阻。海參所排出之細管很容易再生，蕩皮參只需約 16 ~ 18 天的時間便能將其再生。

(三)、躲藏隱蔽行為

潮間帶生物為躲避漲潮時海浪強力的衝擊以及掠食者的攻擊，會躲藏於海蝕平台和岩石的石縫中，文獻中顯示許多潮間帶生物皆具有此現象。

(四)、活動量

海參在單位時間內平均活動的時間長短。本研究定義若海參出現「移動」、「伸縮」、「彎曲」的行為，即為有「活動」。

此定義是由於海參在活動時身體的伸縮、移動會很明顯，而且海參在發生上述行為時，也常會伴隨著爬行移動。倘若只是觸手晃動，我們認為可能是水流造成的擺動，故此行為不算在「活動」行為內，也認定此海參正在休息。同時記錄海參一次活動的時長(紫輪參同時記錄五隻，並將其總活動時間平均，如：12:00~12:30 有一隻海參不間斷動了 30 分鐘，則平均每隻海參在這段時間內動了 6 分鐘)。

(五)、活動週期

生物的某些行為常在每年、每月、每日一定的時間、或隨潮汐發生，因此成規律的週期性。而我們將影片分析成折線圖後，認為海參的活動可能具有類似週期性，因此將其活動週期定義為海參兩次活動量高峰的間隔時間。

三、研究方法、研究結果及討論

研究一 海參品種、行為特徵與生活環境

(一)方法：

1.分辨品種：

抓取海參並取當地海水與砂石一併帶回實驗室，將海參、海水和砂石安置於玻璃材質飼養缸(長 43cm 寬 24cm 高 26cm)內，再放入打氣機。接著每三週換水一次，皆使用潮間帶取回之海水。順利養殖後，開始進行外觀特徵之觀察，並針對台灣東北角潮間帶之海參品種，進行外觀的文獻資料搜尋與統整，並與實驗室飼養缸內養殖的海參進行比較。

2. 排泄物的觀察：

一開始使用較大的石頭放在海參生活的環境，後來改用較細的細沙鋪在底部，因此看到聚集成顆粒條狀的沙粒，推測可能是蕩皮參的排泄物。進行紫輪參的躲藏隱蔽行為實驗時，也發現紫輪參會由肛門排出排泄物。我們將兩隻海參的排泄物撈出，並放在解剖顯微鏡與複式顯微鏡下進行觀察並拍攝。

3.觀察環境與測定水質：

透過實際自東北角潮間帶野外踏查，拍攝在海參周圍之生物。在參考海洋委員會海洋保育署所執行之民國 108 年海域水質監測年報中的海水檢測項目後，比對水族館可購買到的水質檢測劑，決定檢測 NO₂ 含量、NO₃ 含量與 pH 值，最終撈取海參所生活之海水帶回實驗室，檢測海水的水質。



圖 4-3-1 東北角潮間帶環境圖(雨天乾潮)



圖 4-3-2 翻找潮間帶較靠內陸處的大型石頭找尋紫輪參

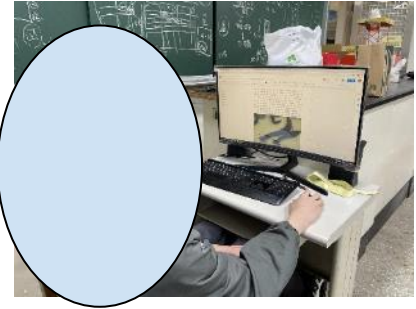


圖 4-3-3 透過網路文獻資料與抓獲海參進行比較

(二)結果:

1. 分辨品種:

根據網路文獻資料，本研究整理出在台灣東北角相對較為常見的五種海參種類及其外觀特徵，如下圖表所示：

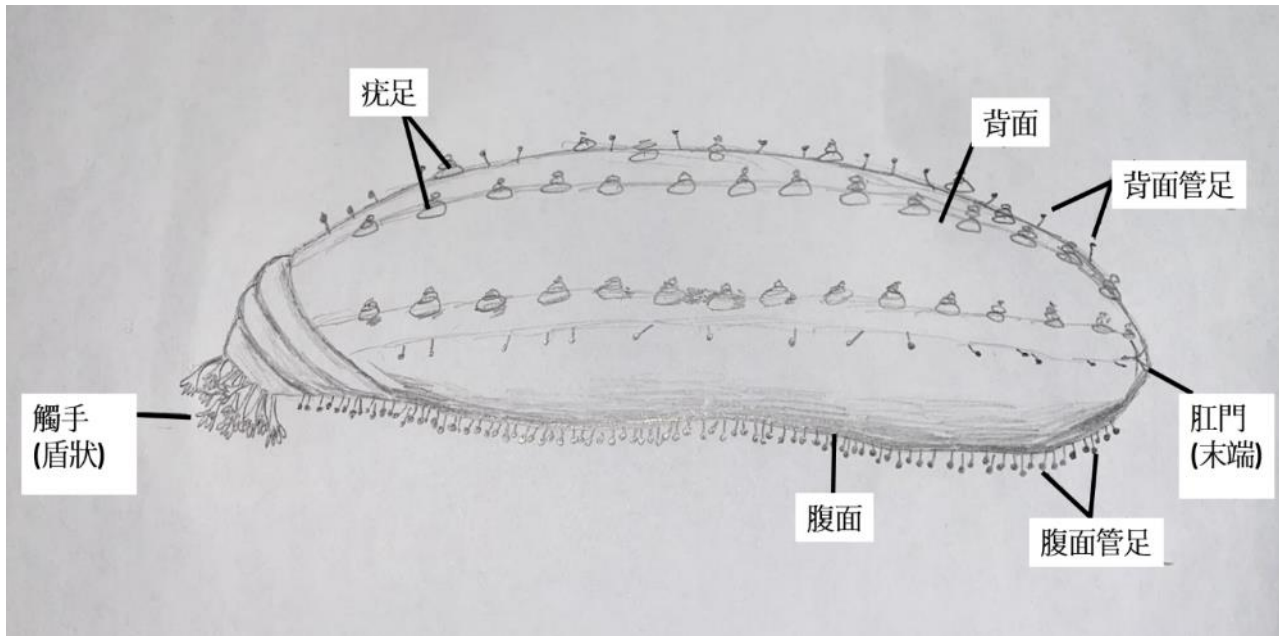


圖 4-3-4 大部分海參的外觀特徵構造

	蕩皮參	紫輪參	黑海參	棘輻肛參
體長	20~30cm	10~20cm	20~30cm	10~15cm
體寬	0.2~0.4cm	1cm	4~5cm	5~8cm
顏色	黑或紫黑色	淡棕、褐、黑色	黑色、深褐色	深褐或褐色
觸手數量	20	15~20	20	20
體壁結構	疣足散生、柔軟， 但有毒	淡色輪疣、環形皺 褶	光滑，疣足很少	許多疣足

裹沙	X	X	O	O
管足	集中在腹面	X	腹部管足小 砂粒狀呈 3 縱列	集中在腹面，吸力弱
分布區域	台灣各地潮間帶	台灣各地潮間帶	外島較常見	常見於墾丁、小琉球與東北角海域

表 4-3-1 台灣常見海參種類身體構造比較表

2. 根據以上文獻資料，與抓獲的海參進行交叉比對後，判定兩種海參分別屬於蕩皮參與紫輪參，並進一步透過網路文獻資料查詢兩種海參的生物生態細節。

(1) 紫輪參

體柔軟，體壁薄，稍透明，含水時呈蠕蟲狀，後端較尖細，水分排出後呈細長條形。體表的顏色多變，呈淡棕色、棕褐色、紫色、紅黑色至黑色。為無足目海參，故無管足，收縮時有環狀縐褶。觸手呈指狀，具有黏滯性，能抓取海底有機物及小生物為食。

(2) 蕩皮參

為楯手目海參，使用楯狀觸手抓取珊瑚沙，並利用濾食習性，藉著吃進珊瑚沙，把沙中的有機物消化掉，包括細菌、動物和植物的屍體，藻類碎片和其他有機物顆粒，之後再把乾淨的沙排出來。居維埃氏器發達，受刺激時會由肛門排出由居維氏管分泌的白色細管黏住敵人。生殖季 6~9 月，主要集中在 7~8 月，不會行無性生殖。體壁極為柔軟但有毒，常見其將身體後端卡在在岩縫中，只露出前端進食。



圖 4-3-5 紫輪參腹面環繞淡色疣足



圖 4-3-6 紫輪參伸出半透明狀觸手，全身無管足



圖 4-3-7 蕩皮參伸出觸手，背面疣足散生，腹面有管足輔助移動



圖 4-3-8 蕩皮參在實驗過程中疑似因受到刺激而由肛門的居維氏管排出白色黏絲

3. 排泄物的觀察：

(1) 蕩皮參的排泄物與一般沙子相較之下，唯一相異之處是排泄物上有一顆類似於卵的物體，大致上無其他不同處。



圖 4-3-9 飼養缸發現疑似排泄物的卵狀物



圖 4-3-10 排泄物於解剖顯微鏡下的外觀



圖 4-3-11 一般沙粒於解剖顯微鏡下的外觀



圖 4-3-12 排泄物上有類似於卵的物體

(2) 紫輪參的排泄物疑似由藻類構成，並且仍然可以看見藻類的葉綠體。在比較一般藻類與排泄物後，發現一般藻類顏色為亮綠色，而排泄物顏色則偏向褐色。



圖 4-3-13 一般藻類於複式顯微鏡下外觀

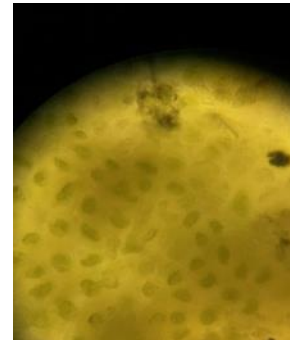


圖 4-3-14 排泄物於複式顯微鏡下外觀

4. 觀察環境與測定水質

(1) 蕩皮參生活在海蝕平台較靠外海處，主要會躲藏於石縫與石洞中，生活環境即使大退潮依舊幾乎都是浸泡在海水中的，周圍生物包含海膽、陽隧足等。

(2) 紫輪參生活在海蝕平台較靠內陸的碎石處，通常會聚集於底部有濕潤細沙且較大的石塊下，生活環境不一定會浸泡到海水，周圍生物包含螺類、螃蟹等。

(3) 兩種海參生活區域的海水樣本經測試後：

pH 值的檢測標準值為 7.5 至 8.5 間，我們所測得的 pH 值約等於 8.0，在合格範圍內；亞硝酸鹽合格標準為 0.1mg/L 以內，我們所測得的濃度小於 0.1mg/L，在合格範圍內；硝酸鹽濃度合格標準為 10mg/L 以內，我們測得的濃度介於 0 mg/L ~5mg/L 間，在合格範圍內。



圖 4-3-15 兩種海參在潮間帶棲息位置



圖 4-3-16 紫輪參生活環境周圍有螺類和螃蟹

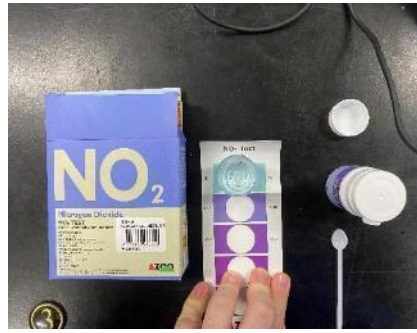


圖 4-3-17 蕩皮參生活環境周圍有許多藻類



圖 4-3-18 pH 值測試結果

圖 4-3-19 NO₂ 值測試結果

圖 4-3-20 NO₃ 值測試結果

研究二-1 探討紫輪參、蕩皮參晝夜活動週期的差異

(一)方法:

- 1.為了判斷海參活動量，共記錄三天，每次記錄 24 小時。每一小時為一個單位，並將三天的活動量平均，做成圖表後，依此確定日夜週期是否與海參的活動量有關。
- 2.本研究使用攝影機進行 24 小時的拍攝，由於使用夜視功能時會因為飼養缸的玻璃材質造成嚴重反光，因此在飼養缸上方用檯燈的微光模式打光(光線亮度盡量以不影響海參活動為原則)，成功錄製影片。



圖 4-3-21 有「活動」之定義一海參沿缸壁進行移動



圖 4-3-22 有「活動」之定義一海參伸縮



圖 4-3-23 有「活動」之定義一海參彎曲



圖 4-3-24 無活動狀態

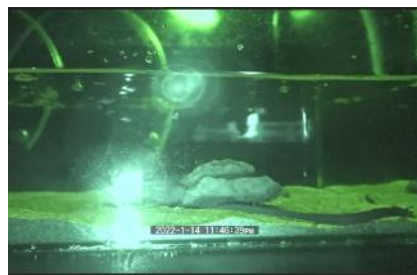


圖 4-3-25 改良前:玻璃壁造成夜視功能嚴重反光

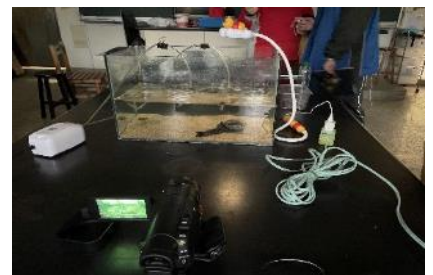


圖 4-3-26 改良後:微光自飼養缸頂照射

(二)結果:

- 1.將紫輪參與蕩皮參每一小時的活動量統整成表格及圖表，三天平均結果如下：



圖 4-3-27 每小時紫輪參活動量

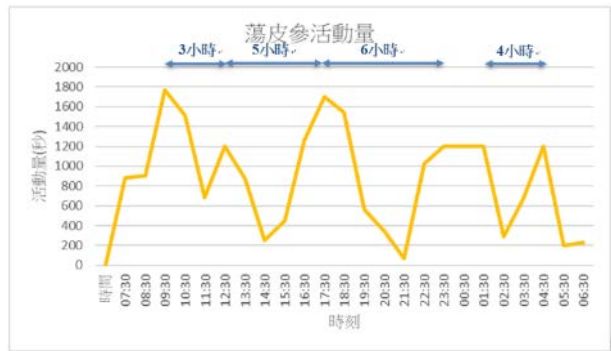


圖 4-3-28 每小時蕩皮參活動量

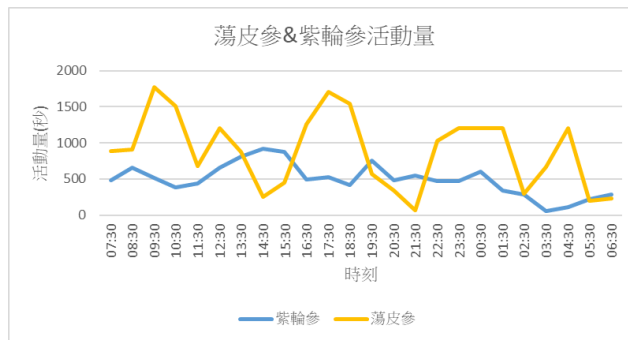


圖 4-3-29 每小時紫輪參和蕩皮參活動量之比較

2.連續 24hr 錄影，以每小時為單位的紀錄與分析，得知紫輪參平均活動量的最高點跟最低點分別在 14:30~15:30 和 3:30~4:30，兩者活動量相差 858 秒，活動周期為 5~6 小時。蕩皮參最高點跟最低點則分別在 9:30~10:30 和 21:30~22:30，兩者活動量相差 1702 秒，活動周期則為 3~6 小時。兩者活動量的最高峰相差超過 15 分鐘，紫輪參明顯較蕩皮參的活動更為持續而和緩，且較無明顯起伏。蕩皮參的活動量普遍高於紫輪參。

(三)討論：

1.蕩皮參的活動週期較短，有時甚至會完全不動，紫輪參則是一直持續的有進行活動，且活動週期較長。將紫輪參與蕩皮參的數據重疊比較後，可以發現紫輪參及蕩皮參在剛過中午時皆會出現活動高峰期。除此之外目前看來兩種海參的活動週期似乎和日夜週期無明顯關連。

研究二-2 探討溫度對紫輪參、蕩皮參晝夜活動週期的影響

(一)方法：

1.實驗室室溫為 18~20 度，本研究使用加溫棒將水溫提高到 24~25 度，並透過 Arduino 程式每 10 分鐘記錄一次水溫，活動量以每小時為單位做記錄，共記錄三天，並將三天的活動量平均，做成圖表後，與未加溫時活動量作比較，依此確定溫度是否與海參活動量有關。

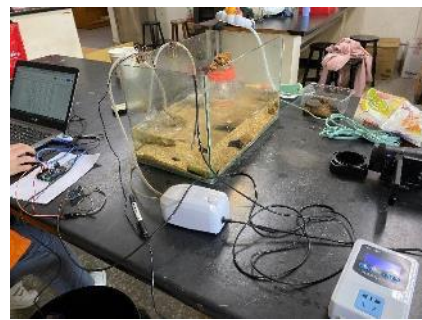
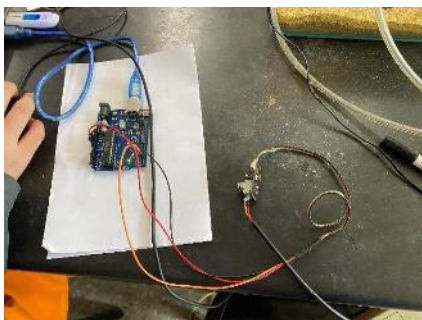


圖 4-3-30 將 Arduino 機板與感溫元件相接

圖 4-3-31 加溫器放到飼養缸加熱和檢測水溫

(二)結果:

1. 將升溫後紫輪參與蕩皮參每一小時的活動量統整成表格及圖表，三天平均結果如下：

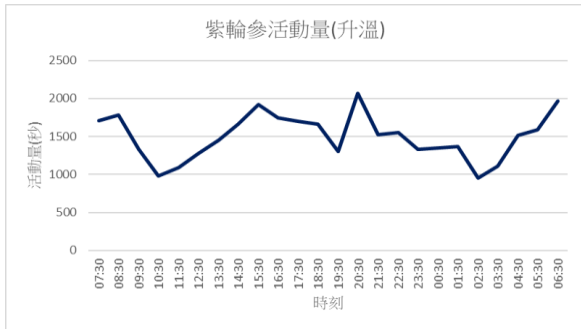


圖 4-3-32 水溫 25 度時，每小時紫輪參的活動量

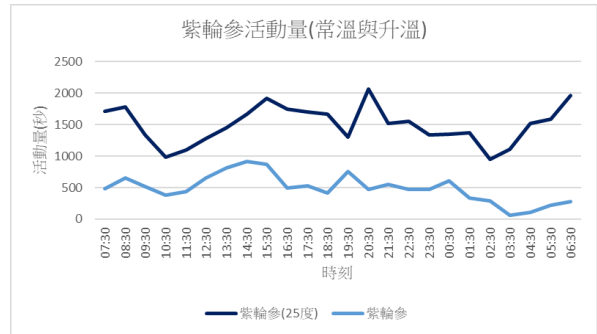


圖 4-3-33 水溫在 25 度與常溫時，每小時紫輪參的活動量之比較

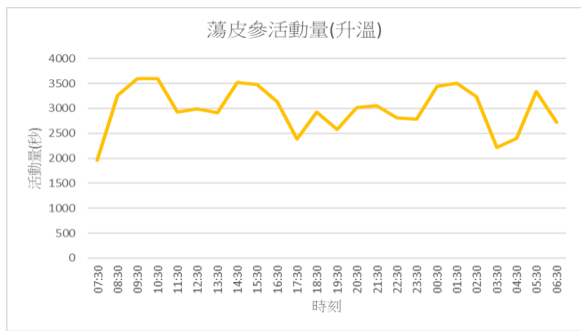


圖 4-3-34 水溫 25 度時，每小時蕩皮參的活動量

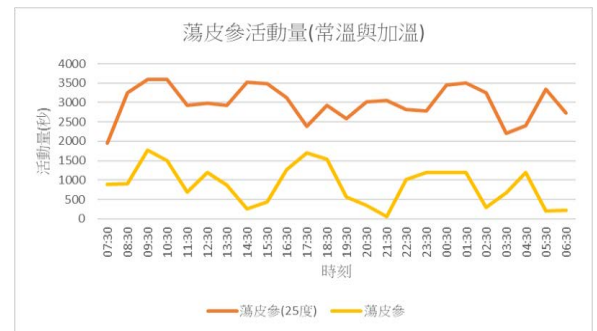


圖 4-3-35 水溫在 25 度與常溫時，每小時蕩皮參的活動量之比較

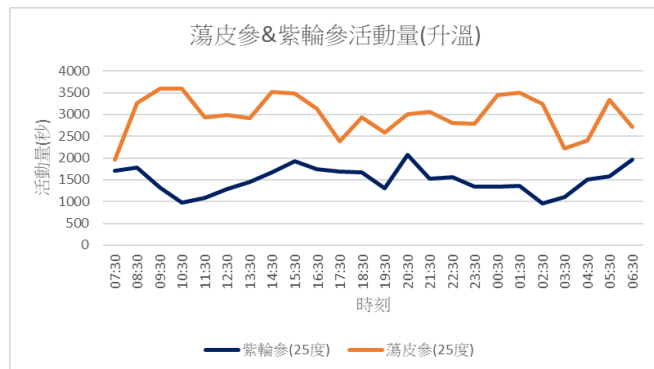


圖 4-3-36 水溫 25 度時，每小時蕩皮參、紫輪參的活動量之比較

2. 連續 24hr 錄影，以每小時為單位的紀錄與分析，得知紫輪參升溫後平均活動量的最高點跟最低點分別在 20:30~21:30 和 2:30~3:30，兩者活動量相差 1084 秒。升溫後的活動量最高點，較升溫前高了 1150 秒。蕩皮參最高點跟最低點則分別在 9:30~11:30 和 7:30~8:30，兩者活動量相差 1643 秒。升溫後的活動量最高點，較升溫前高了 1829 秒。升溫後兩海參的活動量的最高峰都較升溫前約高出 20 分鐘以上。加溫前後的活動量呈相似趨勢，升溫後兩種海參的活動量都明顯高於升溫前，而蕩皮參平均活動量依舊高於紫輪參。

(三)討論:

1. 透過重疊比較 25 度水溫與常溫的水溫時的活動量，可以發現紫輪參在水溫較高時，活動量明顯有提升，但圖形趨勢和常溫時相差不大。

2. 加溫後的蕩皮參每小時的平均活動量較常溫高出了一倍多，活動量也較常溫更為平均。
3. 將紫輪參與蕩皮參的數據重疊比較後，可以發現透過重疊比較 25 度水溫與常溫的水溫時的活動量，發現無論蕩皮參還是紫輪參在水溫較高時，活動力都有明顯提升。而 25 度時，兩者每次的活動週期也較為規律，因此我們認為溫度確實會對海參的活動週期造成影響，而 25 度似乎還不是造成兩種海參活動量最高峰的溫度，未來可繼續進行不同溫度，探討兩種海參活動的最適溫度。

研究二-3 探討潮汐對紫輪參晝夜活動週期的影響

(一)方法：

1. 模擬潮間帶環境布置：

將砂石倒入塑膠盆中，並且在其中一端堆入較多的砂石，使得砂石呈傾斜平面，模擬潮間帶的傾斜石面與高度差。倒入海水，使得盆中的砂石較高處(模擬高潮帶)保持濕潤但不浸泡海水，較低處(模擬低潮帶)則能完全浸泡海水。

2. 模擬漲退潮：

在低潮帶那端上方懸掛水桶，在水桶瓶蓋上裝點滴器。將水桶內的海水滴入黃色盆。另外，在黃色盆裝上點滴器，將盆內海水流入紅色塑膠盆。最後在由紅色盆中的沉水馬達將水抽回至水桶。水桶上的點滴器會與黃色盆的點滴器同時開啟，水桶點滴器的流速會大於黃色盆點滴器的流速(速度比大約為 2:1)，在水桶流乾水之前為漲潮(大約五小時)；水桶流乾後，水從黃色盆流入紅色盆為退潮(大約七小時)，沉水馬達利用定時器十二小時抽水一次。以上此機器定時模擬漲退潮的原理。



圖 4-3-37 模擬潮汐設備

(二)結果:

1.將數據統整後，圖表如下:

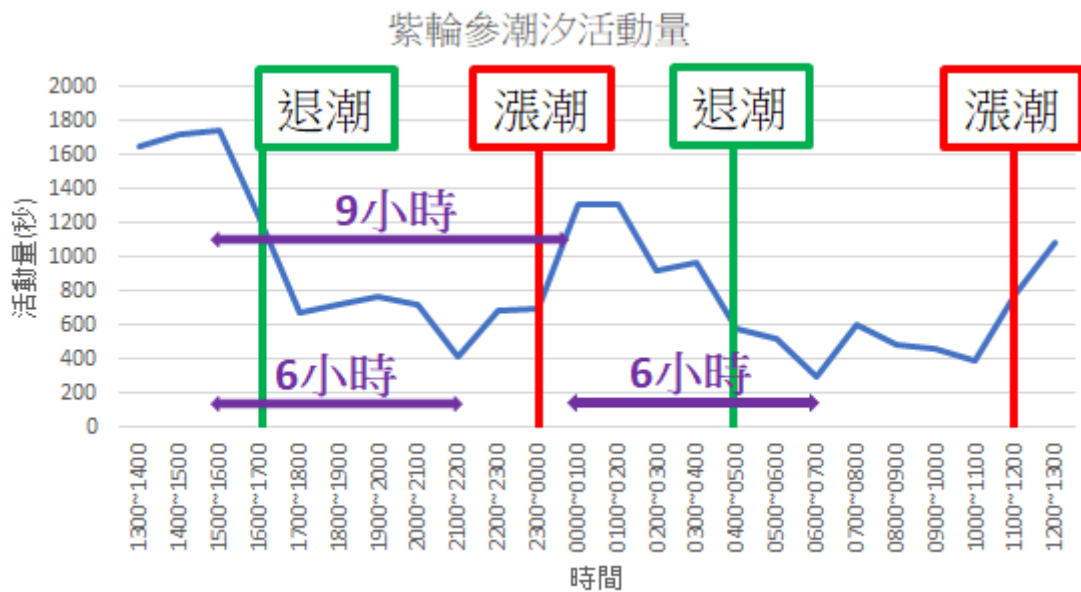


圖 4-3-38 紫輪參兩日平均活動量

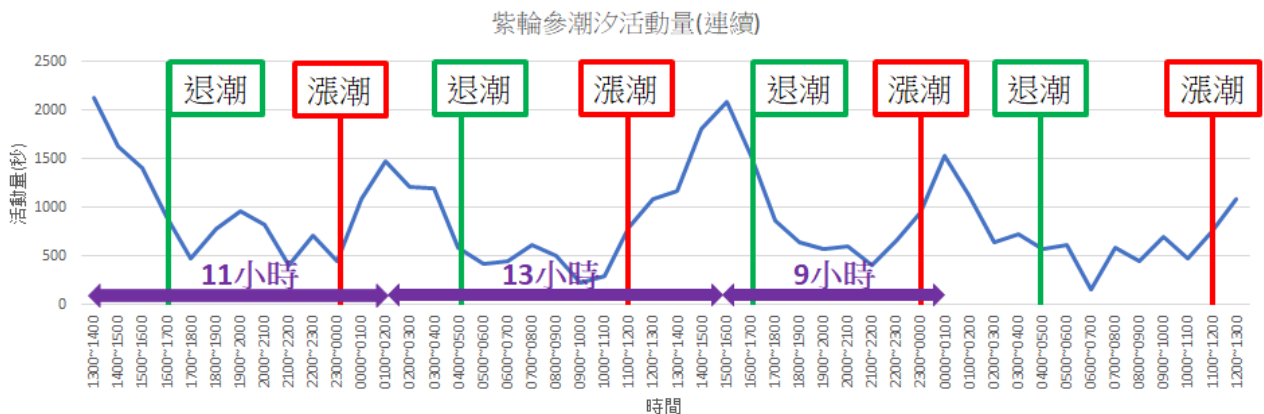


圖 4-3-39 紫輪參連續兩日活動量

2.以紫輪參兩日平均活動量來看，活動量退潮時活動量開始下降，漲潮時活動量則開始上升。兩天平均活動量最高點在 15:00~16:00 之間，活動量最低點在 6:00~7:00 之間，最高點跟最低點兩者活動量相差 1447 秒。此外，實驗發現紫輪參活動量最高點至最低點的時間約為 6 小時，平均活動週期為 9 小時。

3.透過連續 48 小時錄影之影片進行觀察，同樣發現漲潮時紫輪參活動量開始上升，退潮時紫輪參活動量開始下降。活動量最高峰在 1:00~2:00 和 13:00~14:00，活動週期為 9~13 小時。

(三)討論:

1.紫輪參活動量退潮時活動量開始下降，漲潮時活動量則開始上升，推測原因為漲潮時海浪為紫輪參帶來食物，紫輪參需要趁滿潮時移動覓食，乾潮時則需要躲避在石頭附近，吸水維持自己的生理活動。觀察影片，可以看到上半部乾燥區紫輪參體型腫脹，下半部潮濕區紫輪參體型瘦長，證明紫輪參在乾燥時會吸水膨脹，以度過乾潮(圖 4-3-40)。



圖 4-3-40 乾燥區和潮濕區紫輪參體型差異

2. 兩日平均活動量最高點至最低點間距約為 6 小時，單日漲退潮間距亦是約 6 小時，推論紫輪參活動量會依照潮汐變化，且紫輪參在乾潮一段時間後需要補充水分與食物，開始移動覓食；滿潮一段時間後攝食完畢，活動量開始下降，因此紫輪參活動量劇烈變化的時間點，會在漲到滿潮與退到乾潮之間且維持約 6 小時的生理時鐘。
3. 根據兩日連續活動量圖表，兩次活動量最高點間隔的活動週期，分別為 11、13、9 小時，平均為 11 小時，跟單日漲退潮間距 11~12 小時相符，表示海參生理時鐘依照潮汐變化。

研究三-1 探討紫輪參、蕩皮參躲藏隱蔽行為是否會回原出發之石洞

(一)動機:

野外抓取海參時都是位於石頭下或是石縫中，透過查詢其他科展作品的報告書，也發現許多潮間帶生物(例如：石蟹、笠螺)皆會出現「躲藏隱蔽的行為」，那海參在出來活動後是否會回到原出發的石洞躲藏呢？

(二)方法:

1. 將石頭重新排列並編號，觀察海參在離開原石頭後，到達下一顆石頭後，是否有待在此石頭超過 1 小時，若無，則繼續觀察海參動向，直到海參在任何一顆石頭上待超過 1 小時；若有，則確認海參的活動範圍為遠距離還是近距離(活動範圍是否超過半個飼養缸)並記錄是否躲藏，再重新以海參當前待的石頭為起始的原石頭，持續記錄。
2. 透過 24 小時錄製之影片進行觀察，依此確定紫輪參及蕩皮參是否會有與其他潮間帶生物同樣的躲藏隱蔽行為。

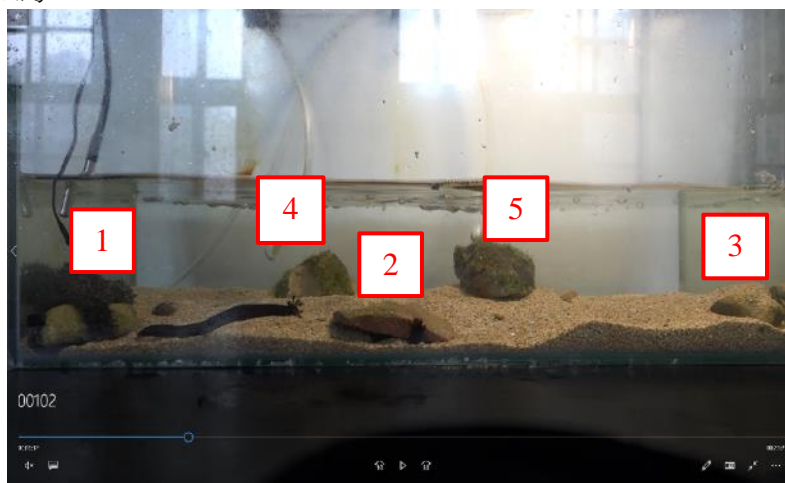


圖 4-3-41 重新排列後的石頭與編號

(三)結果:

1.觀察夜間錄影的影片，本研究發現紫輪參與蕩皮參會有躲藏隱蔽的行為，而似乎有些海參會在出來活動後回到原出發之石頭躲藏。在影片中，牠會先從原本所在的石頭中出來，然後爬至飼養缸另一端，最後爬回原本在的石頭。



圖 4-3-42 紫輪參繞行一圈後躲藏



圖 4-3-43 蕩皮參小範圍繞行一圈後躲藏

2.將影片分析後，紀錄結果如下：

	紫輪參				蕩皮參			
	近(少於半個魚缸)		遠(超過半個魚缸)		近(少於半個魚缸)		遠(超過半個魚缸)	
	有回洞	無回洞	有回洞	無回洞	有回洞	無回洞	有回洞	無回洞
總數	1	2	3	14	2	0	0	3
百分率	33%	67%	18%	82%	100%	0%	0%	100%

表 4-3-2 紫輪參與蕩皮參回洞行為百分率

(四)討論:

- 1.紫輪參與蕩皮參在石頭上時，會活動牠的觸手及鑽進石頭縫隙內，而離開石頭活動時，則會將身體伸縮至兩到三倍，並且開始持續且任意的爬行。
- 2.紫輪參與蕩皮參無論白天夜晚皆可能會有躲藏隱蔽的行為，近距離活動時(活動範圍小於半個飼養缸長時)，兩種海參的回洞率都是高於遠距離活動的(活動範圍超過半個飼養缸長時)，看起來海參疑似是就近多藏於石縫中的。
- 3.野外潮間帶不同於實驗室，是有漲退潮的，退潮時海蝕平台大部分是會裸露在水面上的，因此水鳥、螃蟹等生物屆時都將活動於海蝕平台上，推測海參也因此有了躲藏於石頭中習性。

研究三-2-1 探討不同因素對紫輪參躲藏行為的影響——有無石頭

(一) 方法:

1. 模擬潮間帶環境布置：

將砂石倒入塑膠盆中，並且在其中一端堆入較多的砂石，使砂石呈傾斜平面，模擬潮間帶的傾斜石面與高度差。倒入海水，使盆中的乾燥區模擬潮間帶高潮帶，保持濕潤但不浸泡海水；盆中潮濕區模擬潮間帶低潮帶，完全浸泡海水。

2. 模擬漲潮：

在低潮帶那端上方將水桶倒掛，於水桶瓶蓋戳一小孔，並塞入點滴器。將盆內海水抽至砂石泡水區域佔三分之一的低潮線並劃記。模擬漲潮時，拔開點滴器使海水從水桶流入盆中，直到砂石泡水區域佔三分之二的高潮線。

3. 模擬退潮：

低潮帶那端的塑膠盆壁，在高於砂石平面上方 1.5 公分處戳一小孔，並裝上點滴器鎖緊。增加盆內海水至高潮線並劃記。模擬退潮時，拔開點滴器使海水流出盆中，直到水面達低潮線。

4. 不同因素布置——有無石頭：

依石頭擺放位置，分為四個情況，每個情況重複兩次實驗。第一次三隻朝乾燥區，二隻朝潮濕區；第二次二隻朝乾燥區，三隻朝潮濕區：

(1) 退潮時，一石頭在潮濕處，五隻海參放於中間區域。

(2) 退潮時，一石頭在乾燥處，五隻海參放於中間區域。

(3) 漲潮時，一石頭在潮濕處，五隻海參放於中間區域。

(4) 漲潮時，一石頭在乾燥處，五隻海參放於中間區域。

5. 判斷海參位置：

將盆內區域三等分為潮濕處、乾燥處、中間區域，等待直到所有海參停止移動或是時間長達一小時，紀錄海參在不同情況下停留的位置。若海參身體同時跨越兩區域，則以身軀所占比例高者區域計算。

(研究三-2-2~研究三-2-6 的模擬潮間帶環境布置及漲退潮，以及判斷海參位置的方法，皆與本實驗相同)

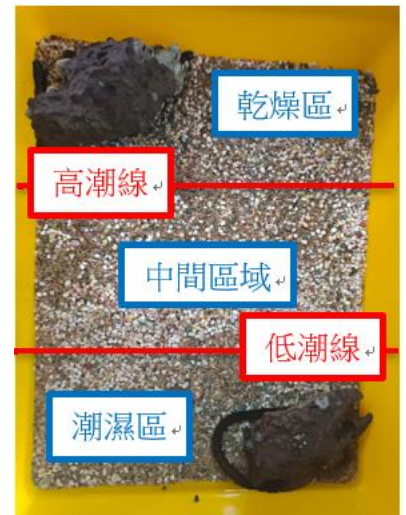


圖4-3-44 盆內區域三等分為潮濕處、乾燥處、中間

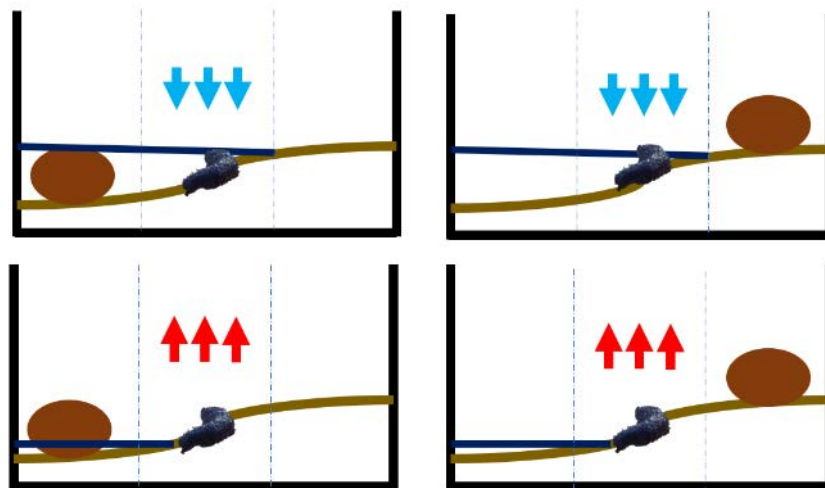


圖 4-3-45 實驗裝置擺放示意圖——有無石頭

(二) 結果:

1.將數據統整後，表格如下:

	漲潮		退潮		平均結果
	石在乾處	石在濕處	石在乾處	石在濕處	
潮濕處	5	6	4	5	50%
乾燥處	4	4	3	2	32.5%
中間區域	1	0	3	3	17.5%
向石頭所在區域移動	40%	60%	30%	50%	45%
向非石頭所在區域移動	60%	40%	70%	50%	55%

表 4-3-3 有無石頭時紫輪參移動區域的比例

2.分別以漲退潮來說，漲潮時海參向石頭所在區域移動的比例佔 50%，退潮時海參向石頭所在區域移動的比例則佔 40%。

3.分別以石頭在乾濕處來說，石頭在乾處時海參向石頭區域移動的比例佔 35%，石頭在濕處時海參向石頭區域移動的比例佔 55%。

4.整體來說，海參向石頭所在區域移動的比例佔 45%，向非石頭所在區域移動的比例則佔 55%。

(三) 討論:

1.就實驗結果來看，海參向石頭所在區域移動的機率僅有 45%，並不是特別高。但分別以石頭在乾濕處來說，我們發現當石頭所在區域為潮濕處時，潮濕的條件反而會增加向石頭所在區域移動的比例，推測石頭乾濕也會對海參造成影響。

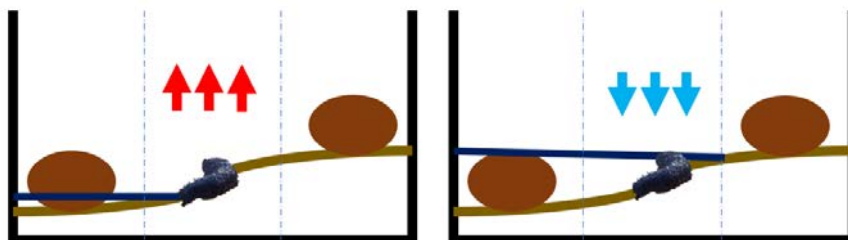
研究三-2-2 探討不同因素對紫輪參躲藏行為的影響——石頭有無泡水

(一) 方法:

- 1.模擬潮間帶環境布置。
- 2.模擬漲潮。
- 3.模擬退潮。
- 4.不同因素布置——石頭有無泡水:

依石頭擺放位置，分為二個情況:

- (1)退潮時，一石頭在潮濕處，一石頭在乾燥處，海參放於中間區域。
- (2)漲潮時，一石頭在潮濕處，一石頭在乾燥處，海參放於中間區域。



5.判斷海參位置

圖 4-3-46 實驗裝置擺放示意圖——石頭有無泡水

(二) 結果:

1.將數據統整後，表格如下:

	漲潮	退潮	平均結果
潮濕處	6	5	55%
乾燥處	4	4	40%
中間區域	0	1	5%
向潮濕石頭所在區域移動	60%	50%	55%
向乾燥石頭所在區域移動	40%	40%	40%

表 4-3-4 石頭有無泡水時紫輪參移動區域的比例

- 2.分別以漲退潮來說，漲潮時海參向潮濕石頭所在區域移動的比例佔 **60%**，退潮時海參向潮濕石頭所在區域移動的比例則佔 **50%**，向潮濕石頭處移動的比例皆稍稍大於乾燥石頭。
- 3.分別以石頭在乾濕處來說，海參向潮濕石頭區域移動的比例佔 **55%**，向乾燥石頭區域移動的比例則佔 **40%**。

(三) 討論:

1.就實驗結果來看，海參不論漲退潮，向潮濕石頭所在區域移動的比例佔 **55%**，略高於向乾燥石頭所在區域移動的 **40%**。結合研究三-2-1 的結果，推測海參是偏好潮濕區域的。

研究三-2-3 探討不同因素對紫輪參躲藏行為的影響——石頭有無藻類

(一) 方法:

- 1.模擬潮間帶環境布置。
- 2.模擬漲潮。
- 3.模擬退潮。
- 4.不同因素布置——石頭有無藻類:
依擺放石頭不同，分為四個情況:
 - (1)退潮時，一無藻類石頭在潮濕處，一有藻類的石頭在乾燥處，海參放於中間區域。
 - (2)退潮時，一無藻類石頭在乾燥處，一有藻類的石頭在潮濕處，海參放於中間區域。
 - (3)漲潮時，一無藻類石頭在潮濕處，一有藻類的石頭在乾燥處，海參放於中間區域。
 - (4)漲潮時，一無藻類石頭在乾燥處，一有藻類的石頭在潮濕處，海參放於中間區域。
- 5.判斷海參位置。

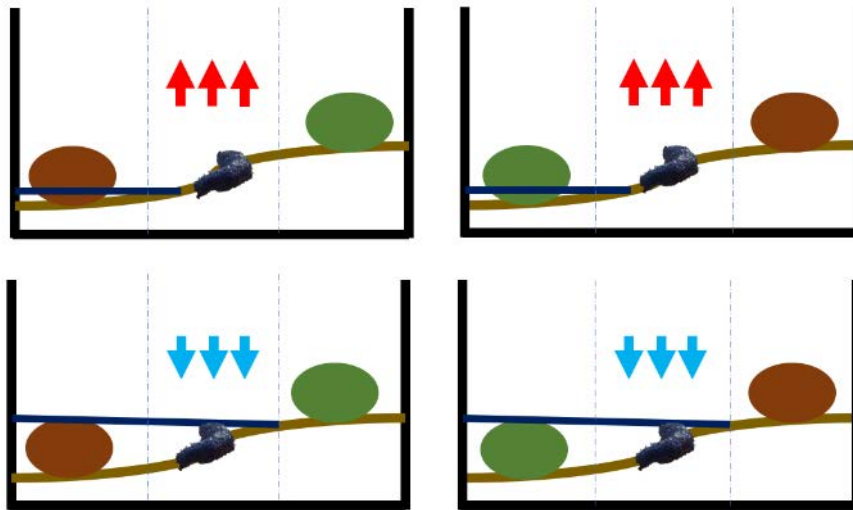


圖 4-3-47 實驗裝置擺放示意圖——石頭有無藻類

(二) 結果:

1. 將數據統整後，表格如下:

	漲潮		退潮		平均結果
	藻石在乾處	藻石在濕處	藻石在乾處	藻石在濕處	
潮濕處	4	3	6	5	45%
乾燥處	4	4	3	4	37.5%
中間區域	2	3	1	1	17.5%
向藻類石頭所在區域移動	40%	30%	30%	50%	37.5%
向非藻類石頭所在區域移動	60%	70%	70%	50%	62.5%

表 4-3-5 石頭有無泡水藻類時紫輪參移動區域的比例

2. 分別以漲退潮來說，漲潮時海參向藻類石頭所在區域移動的比例佔 **35%**，退潮時海參向藻類石頭所在區域移動的比例則佔 **40%**。

3. 分別以石頭是否有藻類來說，藻類石頭在乾燥處而一般石頭在潮濕處時，海參向藻類石頭區域移動的比例佔 **35%**，藻類石頭在潮濕處而一般石頭在乾燥處時，海參向藻類石頭區域移動的比例佔 **40%**。

4. 整體來說，海參向藻類石頭所在區域移動的比例佔 **37.5%**，向非石頭所在區域移動的比例則佔 **62.5%**。

(三) 討論:

1. 就實驗結果來看，海參向石頭所在區域移動的機率僅有 **37.5%**，與非藻類石頭區域的 **62.5%** 相比有明顯落差，藻類似乎並不會吸引海參躲藏。推測可能由於紫輪參的進食方式是藉由吞食小型砂礫，並濾食砂礫表面有機物，或是濾食海水中的浮游生物，因此表面布有藻類的大型石頭海參不易濾食，所以對海參的躲藏隱蔽行為影響不大。此外，實驗中海參的移動是以觸手不斷試探性地擺動與抓取，之後才進行移動，且實驗中海參也不見得會往食物方向移動，推測海參的視覺及嗅覺可能不太靈敏。

研究三-2-4 探討不同因素對紫輪參躲藏行為的影響——水位有無變化

(一) 方法：

1. 模擬潮間帶環境布置。
2. 模擬漲潮。
3. 模擬退潮。
4. 不同因素布置——水位有無變化：

依潮汐，分為三個情況：

- (1) 退潮時，一石頭在潮濕處，一石頭在乾燥處，海參放於中間區域。
 - (2) 漲潮時，一石頭在潮濕處，一石頭在乾燥處，海參放於中間區域。
 - (3) 水流靜止時，一石頭在潮濕處，一石頭在乾燥處，海參放於中間區域。
5. 判斷海參位置。

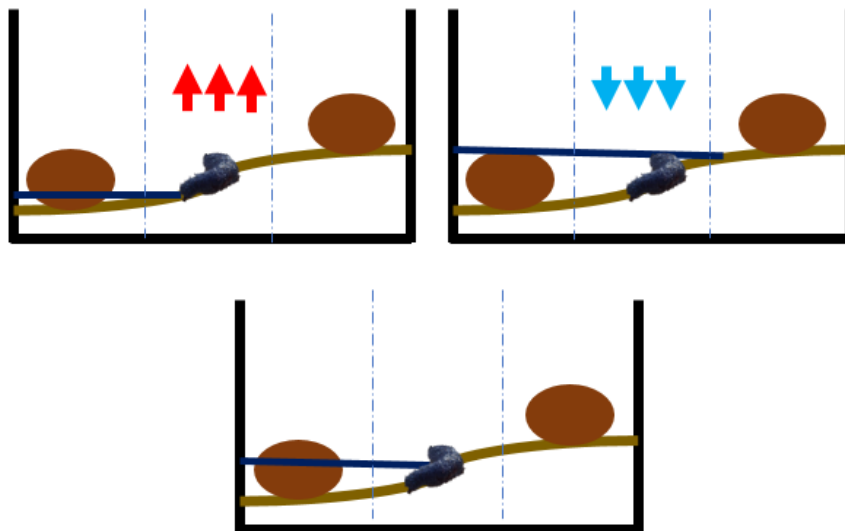


圖 4-3-48 實驗裝置擺放示意圖——水位有無變化

(二) 結果：

1. 將數據統整後，表格如下：

	漲潮	退潮	水流靜止	平均結果
潮濕處	6	5	3	45%
乾燥處	4	4	5	37.5%
中間區域	0	1	2	17.5%
向潮濕石頭所在區域移動	60%	50%	30%	46.7%
向乾燥石頭所在區域移動	40%	40%	50%	43.3%

表 4-3-6 水位變化不同時紫輪參移動區域的比例

2. 分別以水位的不同變化來說，漲潮時海參向潮濕石頭所在區域移動的比例佔 **60%**，向乾燥石頭所在區域移動的比例則佔 **40%**。退潮時海參向潮濕石頭所在區域移動的比例佔 **50%**，向乾燥石頭所在區域移動的比例則佔 **40%**。水流靜止時海參向潮濕石頭所在區域移動的比例佔

30%，向乾燥石頭所在區域移動的比例則佔 50%。

3. 整體來說，水流靜止時，海參往乾燥石頭的移動比例較高(50%)，水位有變化(漲潮或退潮)，海參往潮濕石頭移動的比例較高(60%、50%)。

(三) 討論：

1. 就實驗結果來看，漲潮時海參往潮濕石頭移動的比例較高，退潮第二，水位沒有變化最低。推測紫輪參可能會利用身體感受水位變化，判斷自己在潮間帶的位置，紫輪參不能生活在漲潮還是乾燥的區域，所以漲潮時一定要移動到水淹過的石頭，因此漲潮時海參向潮濕石頭比例最高。

研究三-2-5 探討不同因素對紫輪參躲藏行為的影響——海參初始位置不同

(一) 方法：

1. 模擬潮間帶環境布置。
2. 模擬漲潮。
3. 模擬退潮。
4. 不同因素布置——海參初始位置不同：
依海參擺放位置，分為四個情況：

- (1) 退潮時，一石頭在潮濕處，一石頭在乾燥處，海參放於乾燥石頭處。
- (2) 退潮時，一石頭在潮濕處，一石頭在乾燥處，海參放於潮濕石頭處。
- (3) 漲潮時，一石頭在潮濕處，一石頭在乾燥處，海參放於乾燥石頭處。
- (4) 漲潮時，一石頭在潮濕處，一石頭在乾燥處，海參放於潮濕石頭處。
5. 判斷海參位置。

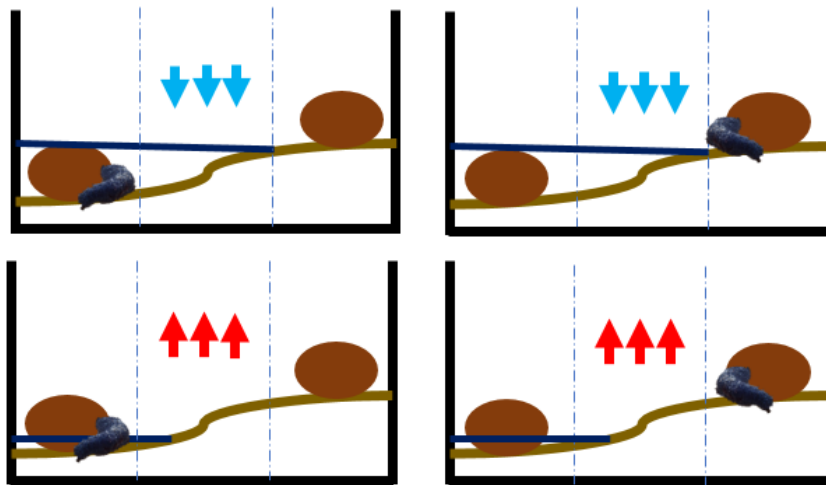


圖 4-3-49 實驗裝置擺放示意圖——海參初始位置不同

(二) 結果：

1. 將數據統整後，表格如下：

	漲潮		退潮		平均結果
	原在乾處	原在濕處	原在乾處	原在濕處	
潮濕處	1	7	0	6	35%
乾燥處	8	2	9	1	50%
中間區域	1	1	1	3	15%

停留在原處	80%	70%	90%	60%	75%
向其他區域移動	20%	30%	10%	40%	25%

表 4-3-7 海參初始位置不同時紫輪參移動區域的比例

2.分別以漲退潮來說，漲潮時海參停留在原處的比例佔 **75%**，退潮時海參停留在原處的比例則佔 **75%**。

3.分別以初始位置的乾濕來說，原本在乾處時海參停留在原處的比例佔 **85%**，原本在濕處時海參停留在原處的比例佔 **65%**。

4.整體來說，海參停留在原處的比例佔 **75%**，向其他區域移動的比例則佔 **25%**。

(三) 討論：

1.就實驗結果來看，海參停留在原處的機率有 **75%**，大部分海參會選擇停在初始石頭。分別以石頭在乾濕處來說，我們發現當石頭原本所在區域為乾燥處時，當海參一開始就接觸石頭時，乾燥的條件反而會增加向石頭停留在原處的比例。

研究三-2-6 探討不同因素對紫輪參躲藏行為的影響——群聚與否

(一) 方法：

1.模擬潮間帶環境布置。

2.模擬漲潮。

3.模擬退潮。

4.不同因素布置——海參群聚與否：

依海參群聚與否，分為四個情況：

(1)退潮時，一石頭在潮濕處，一石頭在乾燥處，三隻海參放於乾燥石頭處，五隻海參放於中間區域。

(2)退潮時，一石頭在潮濕處，一石頭在乾燥處，三隻海參放於潮濕石頭處，五隻海參放於中間區域。

(3)漲潮時，一石頭在潮濕處，一石頭在乾燥處，三隻海參放於乾燥石頭處，五隻海參放於中間區域。

(4)漲潮時，一石頭在潮濕處，一石頭在乾燥處，三隻海參放於潮濕石頭處，五隻海參放於中間區域。

5.判斷海參位置。

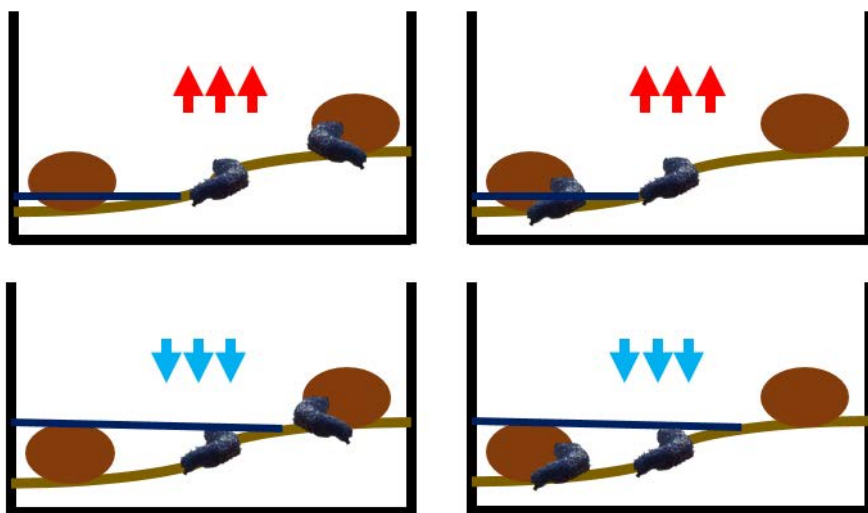


圖 4-3-50 實驗裝置擺放示意圖——海參群聚與否

(二) 結果:

1.將數據統整後，表格如下:

	漲潮		退潮		平均結果
	乾石有海參	濕石有海參	乾石有海參	濕石有海參	
潮濕處	5	5	3	4	42.5%
乾燥處	4	2	3	1	25%
中間區域	1	3	4	5	32.5%
向其他海參所在區域移動	40%	50%	30%	40%	45%
向沒有其他海參所在區域移動	60%	50%	70%	60%	55%

表 4-3-8 區域有其他海參時紫輪參移動區域的比例

2.分別以漲退潮來說，漲潮時向其他海參移動的比例佔 **45%**，退潮時向其他海參移動的比例則是佔 **35%**。

3.分別以有其他海參的乾濕石頭來說，海參向有其他海參的乾燥石頭移動的比例佔 **35%**，向有其他海參的潮濕石頭移動的比例則佔 **45%**。

4.整體而言，海參向有其他海參的區域移動的比例佔 **45%**，向沒有海參的區域移動的比例則是佔 **55%**。

(三) 討論:

1.海參選擇漲潮與潮濕石頭的比例較退潮及乾燥石頭高，我們發現海參向沒有同伴的區域移動的比例較有同伴的區域高，推測是否有同伴對海參的影響沒有那麼大，反而是潮汐與石頭所在位置的影響比較大。

研究四 探討紫輪參、蕩皮參對不同強度水流的承受能力

(一)動機:

看似軟弱的海參，輕易就能被我們拿起，但是卻能牢牢的吸附在石頭上數秒後才掉落，究竟兩種海參的吸附能力孰強孰弱呢？



圖 4-3-51 紫輪參利用觸手吸附在石頭上

(二)方法:

1.測量金屬片與沉水馬達的管口距離為 20 公分、15 公分、10 公分後，以沉水馬達水流沖擊金屬片來拉長彈簧秤，並記錄彈簧秤的讀數，得到水流強度的力道大小，單位為克重 (gw)。

金屬片與沉水馬達管口距離	20 cm	15 cm	10 cm
彈簧秤讀數	32.5gw	55gw	75gw

表 4-3-9 水流強度的力道大小

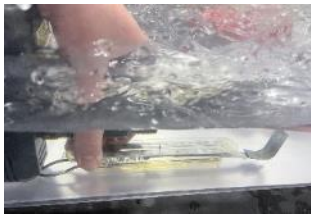


圖 4-3-52 彈簧秤
測試水流強度



圖 4-3-53 金屬片
距管口 20 公分時彈
簧秤讀數



圖 4-3-54 金屬片
距管口 15 公分時彈
簧秤讀數



圖 4-3-55 金屬片
距管口 10 公分時彈
簧秤讀數

2.實驗中分別會讓管口以 20 公分、15 公分、10 公分的距離對海參進行沖刷。



圖 4-3-56 水流距離海參
20 公分



圖 4-3-57 水流距離海參
15 公分



圖 4-3-58 水流距離海參
10 公分

(三)結果:

1.紫輪參對不同強度水流的承受能力



圖 4-3-59 紫輪參瞬間被水流沖走

2. 蕩皮參對不同強度水流的承受能力

金屬片與沉水馬達管口距離	20cm	15cm	10cm
彈簧秤讀數	32.5gw	55gw	75gw
第一次實驗	8s	15s	11s
第二次實驗	8s	6s	6s
第三次實驗	6s	7s	2s
第四次實驗	>60s	27s	5s
平均	20.50s	13.75s	6.00s
最大承受時間	>60s	27s	11s

表 4-3-10 蕩皮參對不同強度水流的承受時間



圖 4-3-60 蕩皮參使用管足吸附在石頭上

(四) 討論：

1. 蕩皮參由於腹部充滿管足，因此能有更多面積被黏著在石頭上，在測試水流強度時也能黏較緊。
2. 紫輪參與蕩皮參的生活環境屬於潮間帶的低潮帶，無論漲退潮，皆時常會受到強力水流的衝擊，生活在這種環境，必定需要能夠承受強力水流的衝擊，從實驗中也可發現蕩皮參的管足，是具有十足黏性的。至於紫輪參，因為身體構造不具有管足，推測因此小巧的身軀對躲藏隱蔽也更具優勢。

伍、結論與討論

一、海參品種、行為特徵與生活環境：

- (一) 野外抓獲的海參為紫輪參與蕩皮參。紫輪參的體型較小，且無管足輔助移動，常躲藏於石頭下，喜好沿著飼養缸壁爬行。蕩皮參體壁背面疣足散生，腹面有管足輔助移動。蕩皮參在受刺激時，會由肛門的居維氏管排出白色黏絲。
- (二) 蕩皮參的排泄物與一般沙子相較之下，大致上無其他不同處。紫輪參的排泄物似乎主要由藻類構成，並且仍然可以看見疑似葉綠體之物。
- (三) 蕩皮參生活在海蝕平台較靠外海處，主要會躲藏於石縫與石洞中，生活環境即使大退潮依舊幾乎都是浸泡在海水中的。紫輪參活在海蝕平台較靠內陸的碎石處，通常會聚集於底部有濕潤細沙且較大的石塊下，生活環境不一定會浸泡到海水。

(四)海參所生活之海水經檢測 NO_2 含量、 NO_3 含量與 pH 值後，三者含量皆在合格標準內，能推測海參所生活的水質不能接受汙染。

二、探討紫輪參、蕩皮參晝夜活動週期差異與影響因素：

(一)晝夜活動：

兩種海參的活動週期似乎和日夜週期無太大關連。紫輪參活動週期為 5~6 個小時，較規律且平均來說也較長，一直持續的有進行活動。而蕩皮參活動週期為 3~6 個小時，較不規律但平均來說較短，每次活動後通常會休息一段時間。

(二)溫度因素：

將紫輪參與蕩皮參的數據重疊比較後，可以發現透過重疊比較 25 度水溫與常溫的水溫時的活動量，發現無論蕩皮參還是紫輪參在水溫較高時，活動量都有明顯提升。而 25 度時，兩者每次的活動週期也較為規律，因此我們認為溫度確實會對海參的活動量及活動周期造成影響。

(三)潮汐因素：

紫輪參活動量退潮時活動量開始下降，漲潮時活動量則開始上升，活動量最高峰約莫出現在 1:00 及 13:00，兩日平均活動量最高點至最低點間距約為 6 小時，單日滿潮到乾潮間距亦是約 6 小時，推論紫輪參活動量會依照潮汐變化。

根據兩日連續活動量圖表，兩次活動量最高點間隔的活動周期平均為 11 小時，跟單日漲退潮間距 11~12 小時相符，表示海參生理時鐘依照潮汐變化。

三、探討紫輪參、蕩皮參是否會有躲藏隱蔽的行為及影響因素：

(一)活動後是否回原石頭躲藏隱蔽：

紫輪參與蕩皮參無論白天夜晚皆可能會有躲藏隱蔽的行為，而近距離活動時，兩種海參的回原石頭比例都是高於遠距離活動的。就實驗結果來看，海參是有就近躲藏於附近石縫中的行為。

(二)影響躲藏隱蔽的因素：

1.有無石頭：

就實驗結果來看，海參向石頭所在區域移動的機率僅有 45%，並不是特別高。但分別以石頭在乾濕處來說，我們發現當石頭所在區域為潮濕處時，潮濕的條件反而會增加向石頭所在區域移動的比例，推測石頭乾濕也會對海參造成影響。

2.石頭有無泡水：

就實驗結果來看，海參不論漲退潮，向潮濕石頭所在區域移動的比例佔 55%，略高於向乾燥石頭所在區域移動的 40%。結合研究三-2-1 的結果，推測海參是偏好潮濕區域的。

3.石頭有無藻類：

就實驗結果來看，海參向石頭所在區域移動的機率僅有 37.5%，與非藻類石頭區域的 62.5% 相比有明顯落差，藻類似乎並不會吸引海參躲藏。推測可能由於紫輪參的進食方式是藉由吞食小型砂礫，並濾食砂礫表面有機物，或是濾食海水中的浮游生物，因此表面布有藻類的大型石頭海參不易濾食，所以對海參的躲藏隱蔽行為影響不大。

4.水位有無變化：

漲潮時海參向潮濕石頭所在區域移動的比例佔 60%，退潮時海參向潮濕石頭所在區域移動的比例佔 50%，水流靜止時海參向潮濕石頭所在區域移動的比例佔 30%，推測紫輪參利用身體感受水位變化，判斷自己在潮間帶的位置，紫輪參不能生活在漲潮還是乾燥的區域，所以漲潮時一定要移動到水淹過的石頭，因此漲潮時海參向潮濕石頭比例最高。

5.海參初始位置不同：

若海參在初始的位置有石頭，則留在原處不移動的海參比例較高 75%，故推測大部分海參只要有石頭在附近，就會直接躲到石頭所在的位置，而非移動至別的地方。以漲退潮來看，漲潮和退潮海參留在原石頭處的比例都是 75%，以石頭放在乾溼處來看漲退潮這個因素對海參是否留在原處沒有影響，若石頭位置原本就在乾燥處，則會提升海參留在原處的比例，推測是紫輪參原本就生活在中潮帶，退潮後石頭在乾燥處的環境，更符合牠原本生活的環境。

6. 群聚與否：

無論是否有同伴在附近，海參向有其他海參處移動或是向沒有海參處移動的比例分別是 45% 和 55%，兩者很接近，因此推測其他海參對海參的移動沒有太大的影響，反而是漲退潮與石頭擺放的位置影響較大。

四、探討紫輪參、蕩皮參對不同強度水流的承受能力：

(一)紫輪參的黏著能力極弱於蕩皮參。在水流的衝擊下，紫輪參不具備管足，僅能用其觸手吸附，無論距離多遠都是瞬間從石頭上脫落。而蕩皮參由於腹部充滿管足，因此能有更多面積被黏著在石頭上，在測試水流強度時也能黏較緊，即使在離出水口 9 公分處受強力水流衝擊，至多也能承受 11 秒的衝擊，在 19 公分處時甚至能承受長達 60 秒以上不脫落。

(二)紫輪參與蕩皮參的生活環境屬於潮間帶的低潮帶，無論漲退潮，皆時常會受到強力水流的衝擊，生活在這種環境，必定需要能夠承受強力水流的衝擊，從實驗中也可發現蕩皮參的管足，是具有十足黏性的。至於紫輪參，因為身體構造不具有管足，推測因此小巧的身軀對回洞行為也更具優勢。

陸、參考資料與其他

1. 國立海洋科技博物館。環境因子對潮間帶生物的綜合影響。

<http://mscloud.nmmst.gov.tw/chhtml/opencontenttab.aspx?tdid=145>

2. 交通部中央氣象局海象測報中心 (2021)。交通部中央氣象局。

https://www.cwb.gov.tw/Data/service/notice/download/Publish_20210803135217.pdf

3. 趙世民。臺灣礁岩海岸的海參。

<http://edresource.nmns.edu.tw/ShowObject.aspx?id=0b819d5e7e0b81d9d3510b81b7e45f0b81b7e830>。

4. 獅子座的阿嘉 (2009)。臺灣海參 (筆記)。

<https://blog.xuite.net/chia200401/twblog/140495765>。

5. 陳育賢 (2014)。Holothuria leucospilota。

<https://pedia.cloud.edu.tw/Entry/Detail/?title=%E8%95%A9%E7%9A%AE%E5%8F%83&search=%E8%95%A9%E7%9A%AE%E5%8F%83>

6. 陳育賢 (2014)。Polycheira fusca。

<https://pedia.cloud.edu.tw/Entry/Detail/?title=%E7%B4%AB%E8%BC%AA%E5%8F%83&search=%E7%B4%AB%E8%BC%AA%E5%8F%83>

7. Cwmhiraeth (2013)。Cuvierian tubules。

https://en.m.wikipedia.org/wiki/Cuvierian_tubules

8. 許珅瑜、李桐、李昀龍 (2011)。不離不棄—探討石鼈的出洞與回巢(0803018)。中華民國中小學科學展覽作品。

9. 海洋委員會海洋保育署(2019)。民國 108 年海域水質監測年報。<https://reurl.cc/d29NNk>

10. 圖 4-3-17 圖片來源:我不是蚯蚓, 我是海參 - PanSci 泛科學

【評語】 030314

本研究於教室中自行創造模擬海灘及潮汐的環境，來觀測紫輪參與蕩皮參生物生態、活動週期及躲藏行為。研究成果非常清楚地呈現兩者於模擬環境中的習性異同。發現海水升溫會使海參活動量提升，無論漲退潮或乾濕，海參都會優先選擇躲藏於石頭下，而海水則是第二影響因素。紫輪參可感受水位變化，活動週期與活動量會受漲退潮水位影響。紫輪參因缺少管足吸附能力弱於蕩皮參。建議如下：

1. 可以多將真實生態觀察與教室內觀察數據進行連結。
2. 紫輪參與蕩皮參的生活環境屬於潮間帶的低潮帶，理論上無論漲退潮，都會受到強力水流的衝擊。而紫輪參在本研究中的黏著能力極弱，這是否是一種生存劣勢？未來可以探討蕩皮參管足的細部結構，來了解為何其可抵抗強水流
3. 進行海參吸附能力試驗時，建議儘量取用相同大小及材質的石頭進行實驗，避免因石頭表面積及石材料的不同影響
4. 研究樣材取自於生活環境中，研究設計也詳盡，建議未來可以加強研究的深度、思考廣度。在報告中的討論深入也可再加強。

作品簡報

國中組生物科

「參參」不息

—潮間帶蕩皮參 (*Holothuria leucospilota*) 與紫輪參 (*Polycheira fusca*) 生物生態、活動週期及躲藏行為之研究

研究概念圖

研究動機

同區域但生活環境和身體構造都截然不同的紫輪參和蕩皮參，在不同環境時的行為改變及應對措施？

研究主軸

外觀生態

活動週期

躲藏隱蔽

水流承受

實驗設計

- ◎海參外觀特徵
- ◎海參種類與行為特徵
- ◎海參生活環境

- ◎晝夜活動週期
- ◎環境-溫度
- ◎環境-潮汐

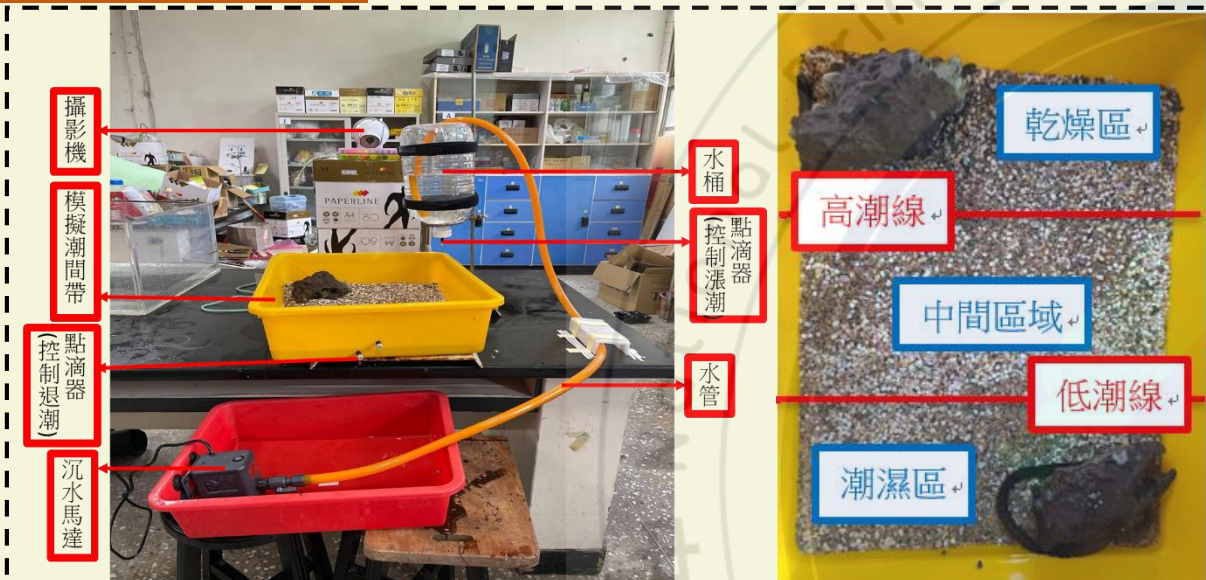
- ◎是否回原石頭躲藏
- ◎環境-有無石頭
- ◎環境-石頭有無泡水
- ◎環境-石頭有無藻類
- ◎環境-海參初始位置
- ◎環境-水位有無變化
- ◎環境-是否群聚

- ◎水流承受

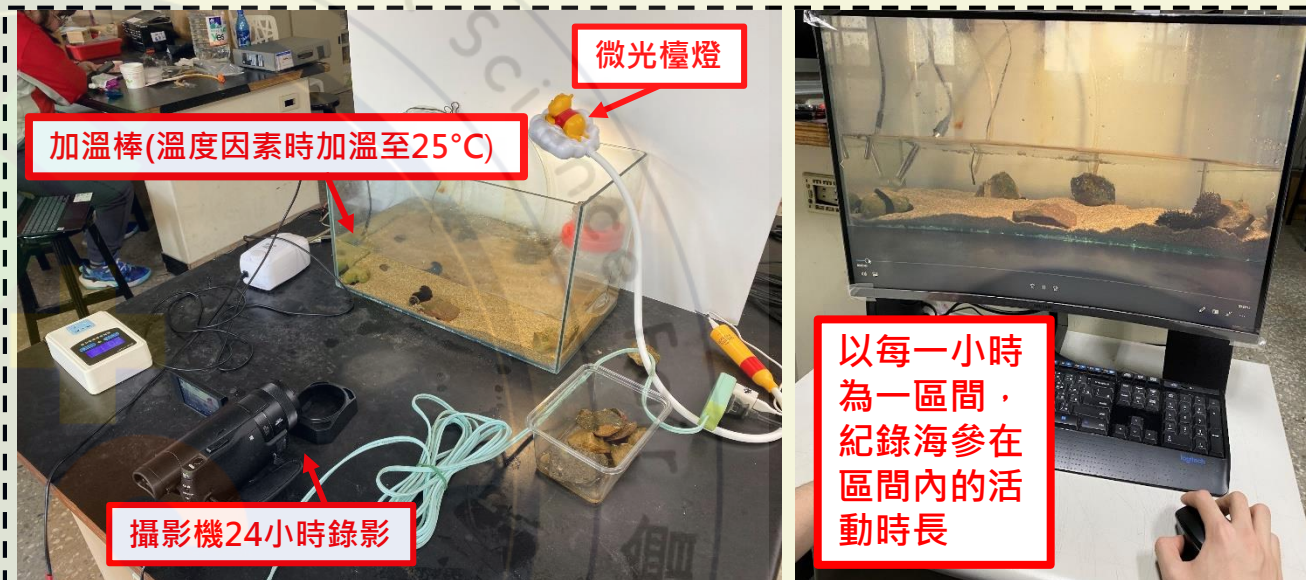


研究方法

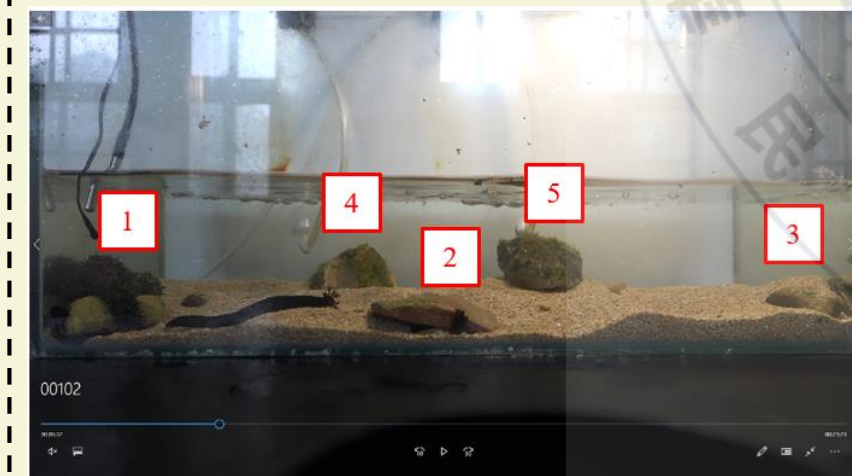
模擬漲退潮



錄影觀察海參晝夜活動周期及溫度因素



錄影觀察海參是否回原石頭躲藏



海參離開石頭時，追蹤其活動範圍，直到海參在任一石頭停留超過一小時

途中經過但停留未超過一小時的不列入統計

海參在原出發之石頭停留超過一小時

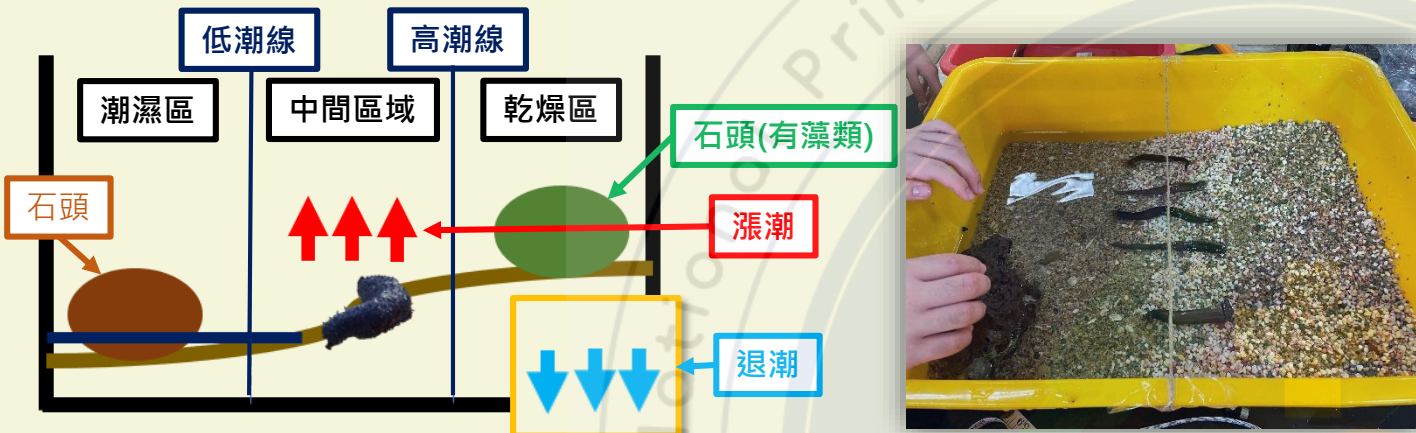
海參在非原出發之石頭停留超過一小時

有回洞

無回洞

研究方法

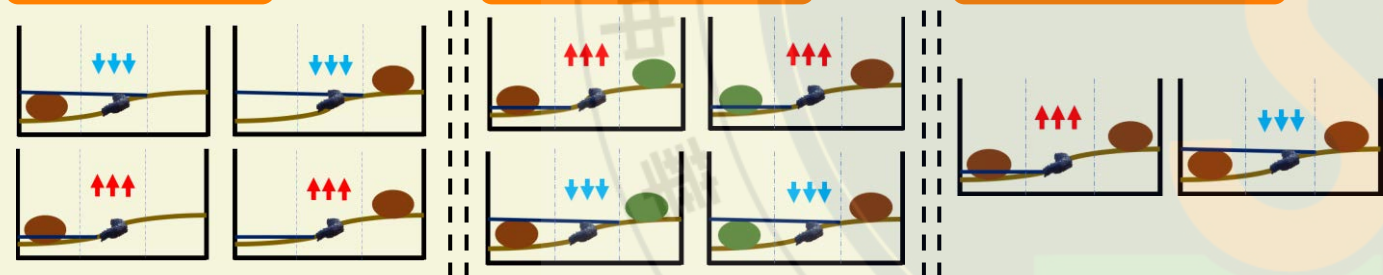
錄影觀察海參躲藏隱蔽行為



有無石頭

石頭有無藻類

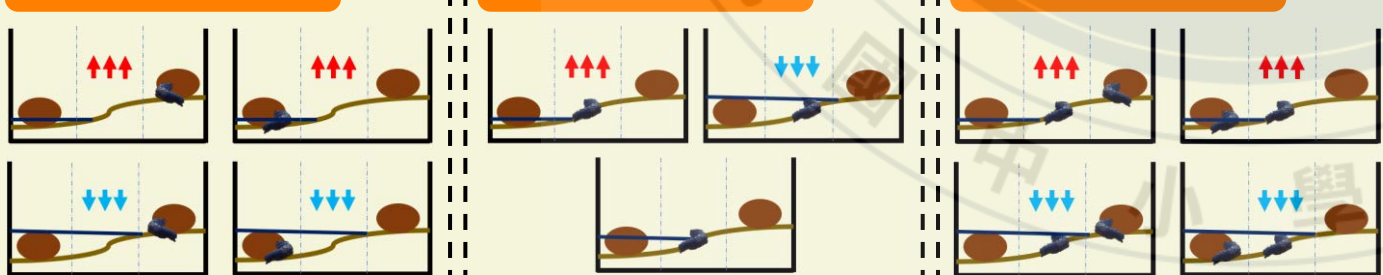
石頭有無泡水



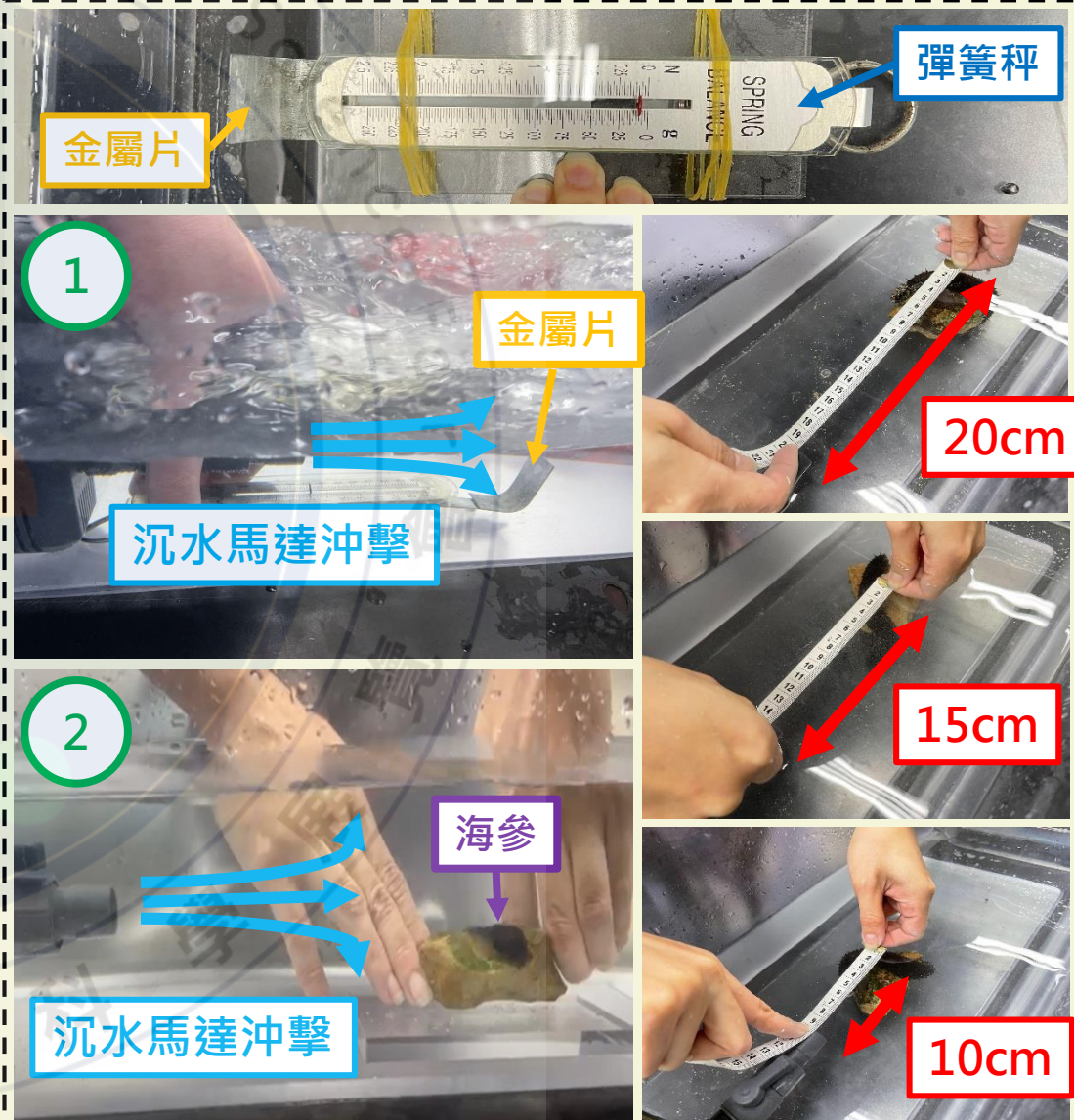
海參初始位置

水位有無變化

是否群聚



紀錄海參對不同強度水流的承受能力



彈簧秤

金屬片

1

金屬片

20cm

沉水馬達沖擊

2

海參

15cm

沉水馬達沖擊

10cm

研究結果

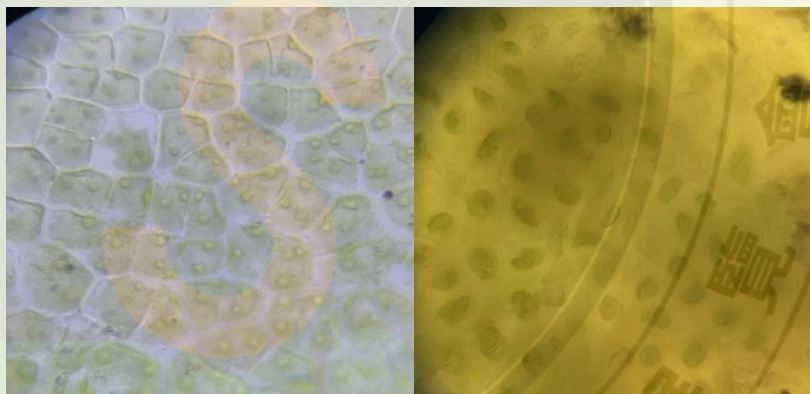
研究一 海參品種、行為特徵與生活環境

	蕩皮參	紫輪參
體長	20~30cm	10~20cm
體寬	0.2~0.4cm	1cm
顏色	黑或紫黑色	淡棕、褐、黑色
觸手數量	20	15~20
體壁結構	疣足散生、柔軟， 但有毒	淡色輪疣、 環形皺褶
裹沙	X	X
管足	集中在腹面	X
分布區域	台灣各地潮間帶	台灣各地潮間帶

↓(初始狀態)蕩皮參排泄物(排泄後)↓



↓(初始狀態)紫輪參排泄物(排泄後)↓



禦敵行為



由居維氏管排出的
白色黏絲

排出後黏
起沙子的
白色黏絲

蕩皮參活動環境



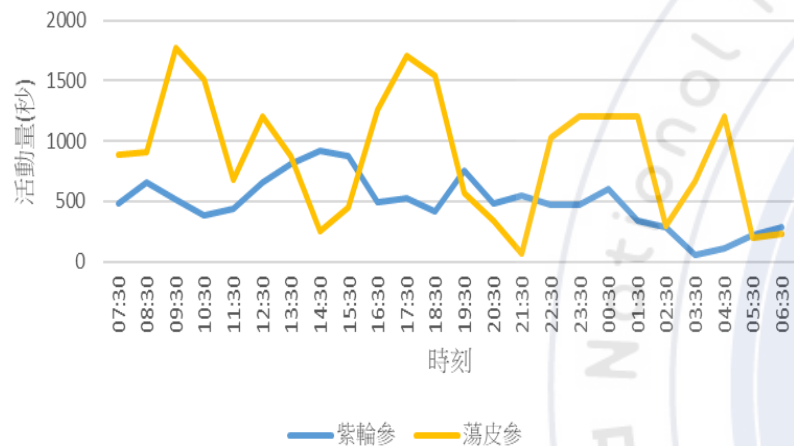
紫輪參活動環境



研究二 海參晝夜活動週期與影響因素

活動量(晝夜影響)

蕩皮參&紫輪參活動量

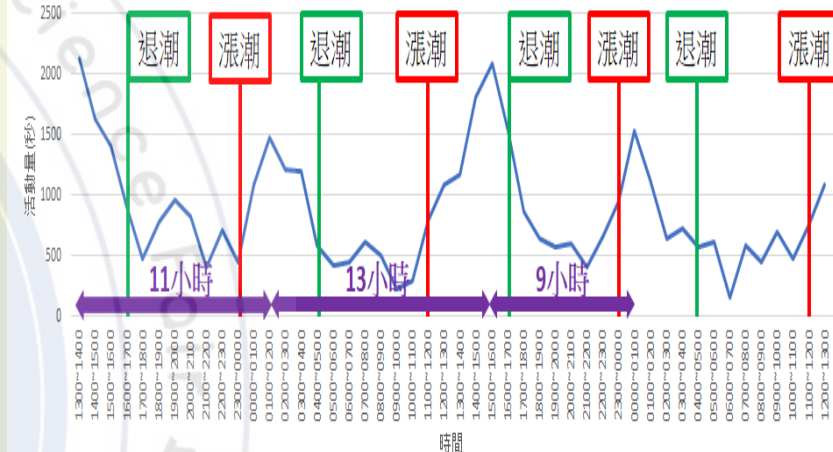


活動量(潮汐影響)

紫輪參潮汐活動量

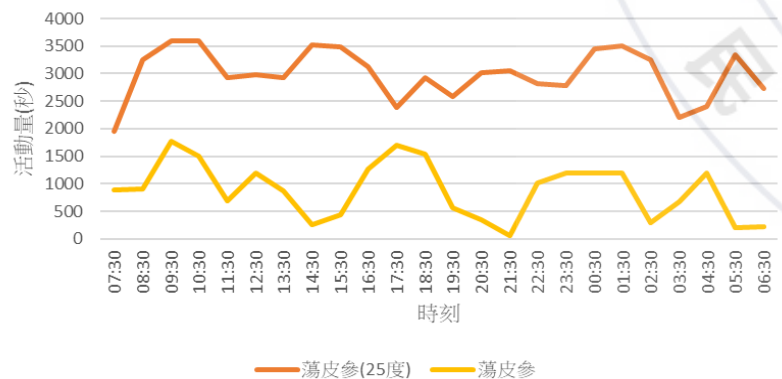


紫輪參潮汐活動量(連續)

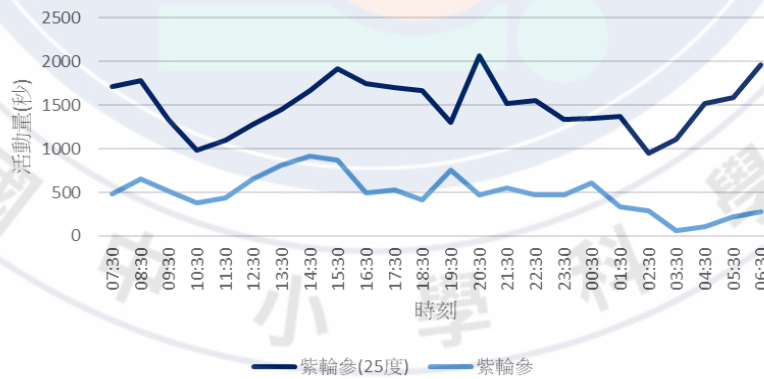


活動量(溫度影響)

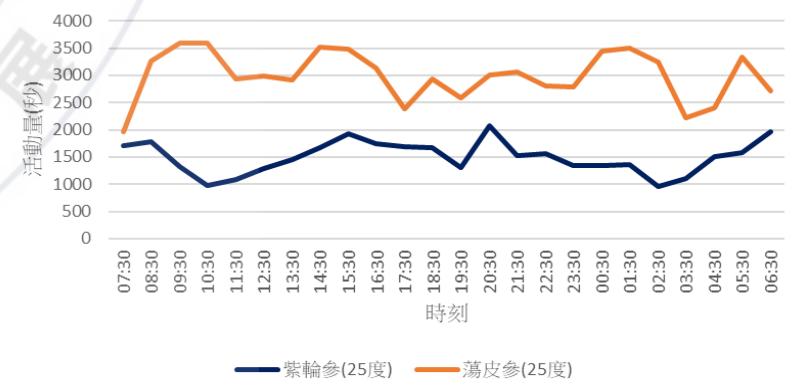
蕩皮參活動量(常溫與加溫)



紫輪參活動量(常溫與升溫)



蕩皮參&紫輪參活動量(升溫)



研究三 海參的躲藏隱蔽行為影響因素

有無石頭	漲潮		退潮		平均結果
	石在乾處	石在濕處	石在乾處	石在濕處	
潮濕處	5	6	4	5	50%
乾燥處	4	4	3	2	32.5%
中間區域	1	0	3	3	17.5%
向石頭所在區域移動	40%	60%	30%	50%	45%
向非石頭所在區域移動	60%	40%	70%	50%	55%

海參初始位置	漲潮		退潮		平均結果
	原在乾處	原在濕處	原在乾處	原在濕處	
潮濕處	1	7	0	6	35%
乾燥處	8	2	9	1	50%
中間區域	1	1	1	3	15%
停留在原處	80%	70%	90%	60%	75%
向其他區域移動	20%	30%	10%	40%	25%

石頭有無藻類	漲潮		退潮		平均結果
	藻石在乾	藻石在濕	藻石在乾	藻石在濕	
潮濕處	4	3	6	5	45%
乾燥處	4	4	3	4	37.5%
中間區域	2	3	1	1	17.5%
向藻類石頭所在區域動	40%	30%	30%	50%	37.5%
向非藻石頭所在區域動	60%	70%	70%	50%	62.5%

海參群聚與否	漲潮		退潮		平均結果
	乾石-海參	濕石-海參	乾石-海參	濕石-海參	
潮濕處	5	5	3	4	42.5%
乾燥處	4	2	3	1	25%
中間區域	1	3	4	5	32.5%
向其他海參所在區動	40%	50%	30%	40%	45%
向無其他海參所在區動	60%	50%	70%	60%	55%

石頭有無泡水	漲潮	退潮	平均結果
潮濕處	6	5	55%
乾燥處	4	4	40%
中間區域	0	1	5%
向潮濕石頭所在區域動	60%	50%	55%
向乾燥石頭所在區域動	40%	40%	40%

水位是否變化	漲潮	退潮	水流靜止	平均結果
潮濕處	6	5	3	45%
乾燥處	4	4	5	37.5%
中間區域	0	1	2	17.5%
向潮濕石頭所在區域動	60%	50%	30%	46.7%
向乾燥石頭所在區域動	40%	40%	50%	43.3%

研究三 海參的躲藏隱蔽行為 & 研究四 水流承受

回洞機率

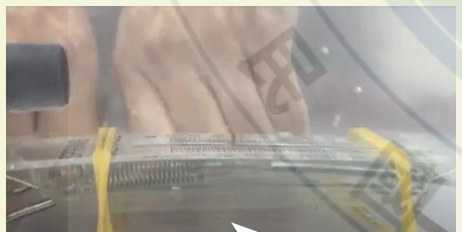
	紫輪參				蕩皮參			
	近(少於半個魚缸)		遠(超過半個魚缸)		近(少於半個魚缸)		遠(超過半個魚缸)	
	有回洞	無回洞	有回洞	無回洞	有回洞	無回洞	有回洞	無回洞
總數	1	2	3	14	2	0	0	3
百分率	33%	67%	18%	82%	100%	0%	0%	100%

水流承受結果

海參與管口距離	20cm	15cm	10cm
彈簧秤讀數	32.5gw	55gw	75gw
第一次實驗	8s	15s	11s
第二次實驗	8s	6s	6s
第三次實驗	6s	7s	2s
第四次實驗	>60s	27s	5s
平均	20.50s	13.75s	6.00s
最大承受時間	>60s	27s	11s

衝擊力

金屬片與管口距離	20 cm	15 cm	10 cm
彈簧秤讀數	32.5gw	55gw	75gw



20cm處讀數

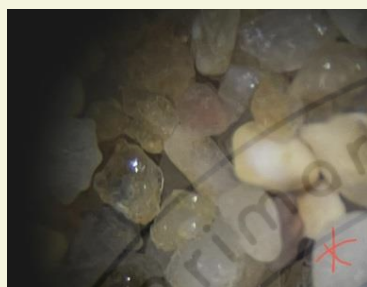
15cm處讀數

10cm處讀數

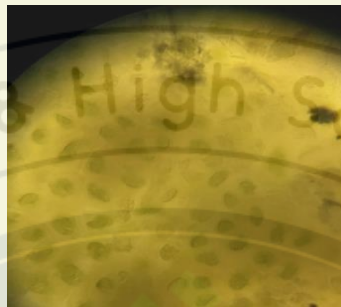
結論



蕩皮參受刺激時，居維氏管排出白色黏絲。



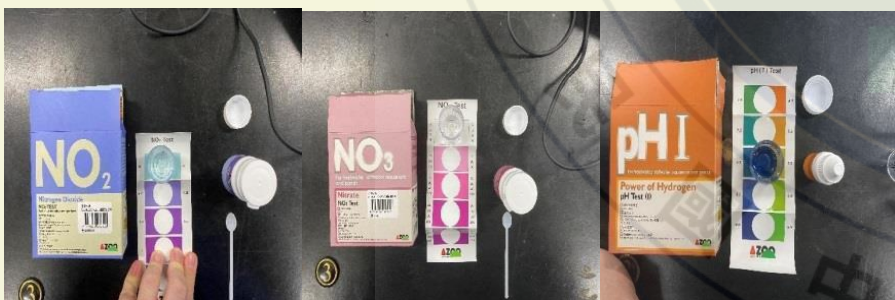
蕩皮參排泄物與一般沙子無不同。



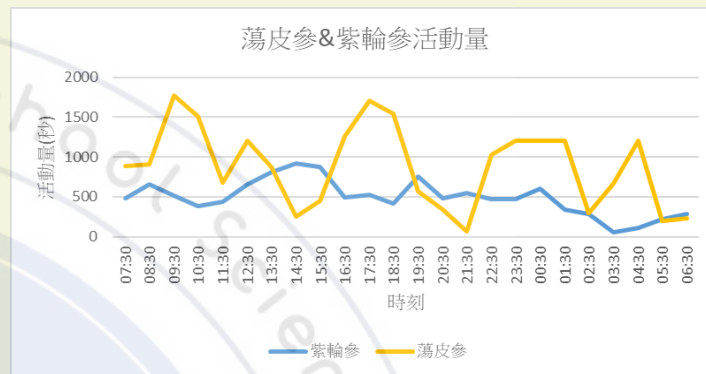
紫輪參排泄物主要是藻類。



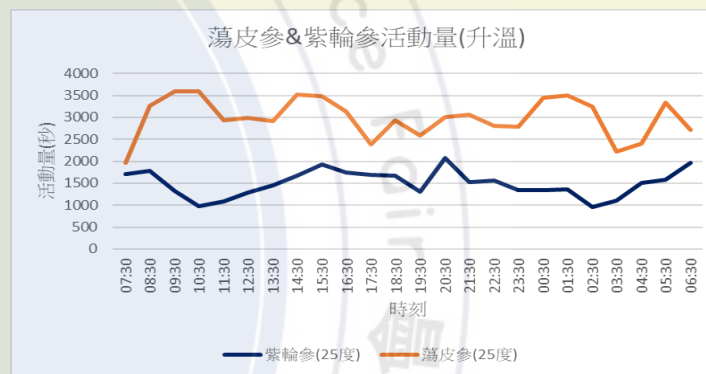
蕩皮參躲於石縫與石洞中。紫輪參藏於較大的石塊下且底部需有濕潤細沙。



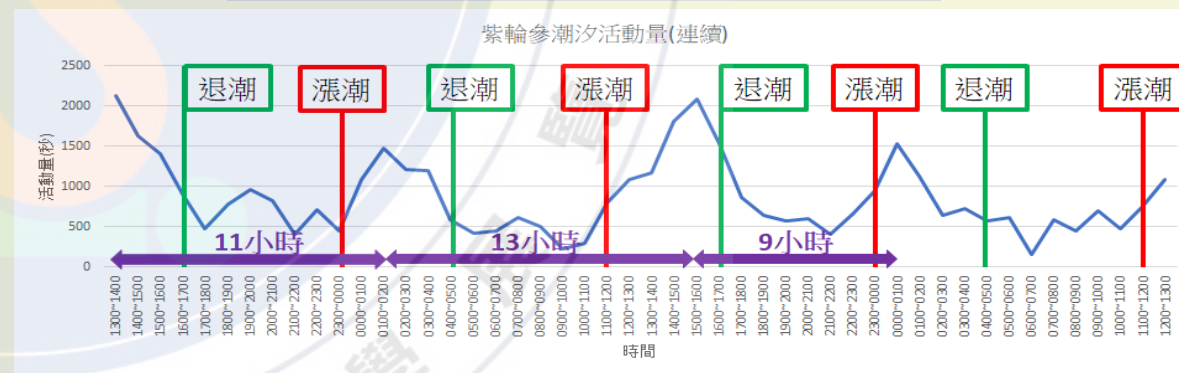
NO₂含量、NO₃含量與pH值在合格標準內。



紫輪參活動週期較規律且長。蕩皮參活動週期較不規律但短。

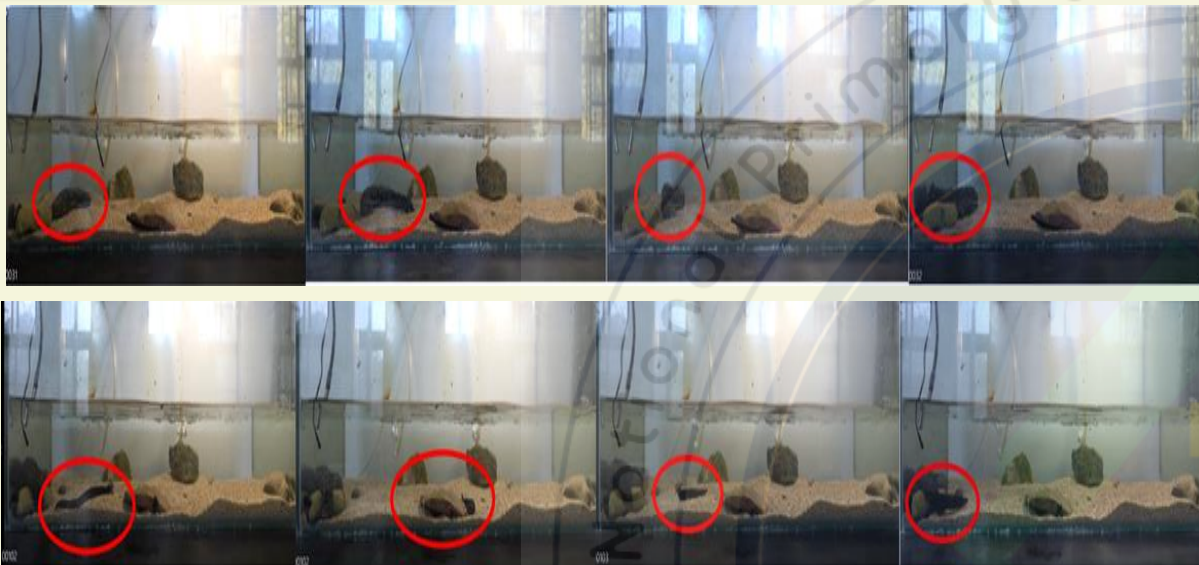


水溫升高時，海參活動量提升、週期較規律。



紫輪參退潮時活動量下降，漲潮時上升。活動週期最高至最低點平均為11小時，跟單日漲退潮時間間距11~12小時相符，表示紫輪參生理時鐘依照潮汐變化。

結論

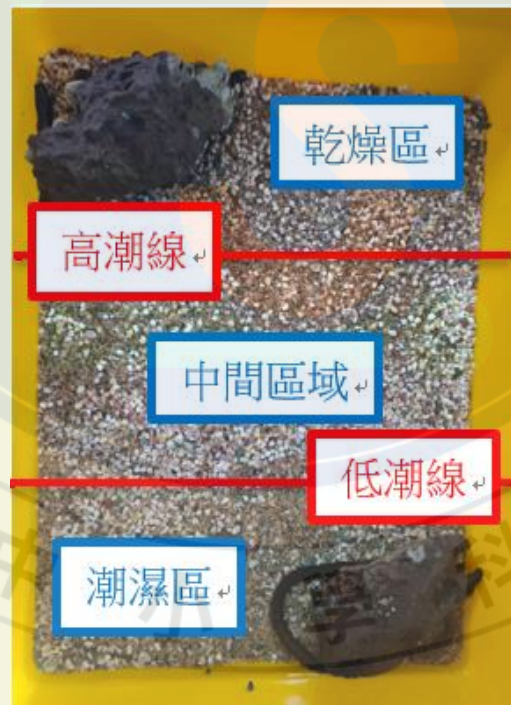


海參日夜皆可能有躲藏的行為。近距離活動的回原石頭比例都高於遠距離活動，推測海參有就近躲藏的行為。



影響躲藏隱蔽的因素:

1. 石頭乾濕對移動比例造成影響。
2. 海參偏好潮濕區域。
3. 大藻石使海參不易濾食，對海參的躲藏隱蔽行為影響不大。
4. 水位變化對海參的躲藏行為無影響。
5. 只要有石頭在海參附近，會直接躲到石頭所在位置。
6. 其他海參對移動沒有太大影響，反而是漲退潮與石頭擺放的位置影響較大。



紫輪參不具備管足，衝擊時瞬間從石頭脫落。蕩皮參腹部充滿管足，有更多面積黏在石頭上，強吸力。紫輪參與蕩皮參生活於低潮帶，漲退潮皆會受到強力水流的衝擊，海參需要能夠承受強力水流的衝擊。

參考資料

- 1.國立海洋科技博物館。環境因子對潮間帶生物的綜合影響。
<http://mscloud.nmmst.gov.tw/chhtml/opencontenttab.aspx?tdid=145>
- 2.交通部中央氣象局海象測報中心 (2021) 。交通部中央氣象局。
https://www.cwb.gov.tw/Data/service/notice/download/Publish_20210803135217.pdf
- 3.趙世民。臺灣礁岩海岸的海參。
<http://edresource.nmns.edu.tw/ShowObject.aspx?id=0b819d5e7e0b81d9d3510b81b7e45f0b81b7e830>。
- 4.獅子座的阿嘉 (2009) 。臺灣海參 (筆記) 。
<https://blog.xuite.net/chia200401/twblog/140495765>。
- 5.陳育賢 (2014) 。Holothuria leucospilota。
<https://pedia.cloud.edu.tw/Entry/Detail/?title=%E8%95%A9%E7%9A%AE%E5%8F%83&search=%E8%95%A9%E7%9A%AE%E5%8F%83>
- 6.陳育賢 (2014) 。Polycheira fusca。
<https://pedia.cloud.edu.tw/Entry/Detail/?title=%E7%B4%AB%E8%BC%AA%E5%8F%83&search=%E7%B4%AB%E8%BC%AA%E5%8F%83>
- 7.Cwmhiraeth (2013) 。Cuvierian tubules。
https://en.m.wikipedia.org/wiki/Cuvierian_tubules
- 8.許坤瑜、李桐、李昀龍 (2011) 。不離不棄—探討石蠶的出洞與回巢(0803018)。中華民國國中小學科學展覽作品。
- 9.海洋委員會海洋保育署(2019)。民國 108 年海域水質監測年報。
<https://reurl.cc/d29NNk>