

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

第二名

080308

美”笠”天”鵝”壺—潮間帶笠藤壺
(*Tetraclita*)與鵝頸藤壺(*Pollicipes pollicipes*)
生物生態及蔓足行為之研究

學校名稱：基隆市中正區八斗國民小學

作者： 小六 潘奕豪 小六 蔡明哲 小六 張郡豪 小六 楊宇泰	指導老師： 陳昇祿 林育任
---	---------------------

關鍵詞：藤壺、蔓足、潮間帶

摘要

藤壺是潮間帶常見但又容易被忽略的固著性生物，我們透過對笠藤壺(*Tetraclita*)與鵝頸藤壺(*Pollicipes pollicipes*)在生物生態上的調查與實驗，進而分析牠們在蔓足行為上的差異。

我們自行設計透明模板來替笠藤壺做記號，清點方框內易混淆的上百隻藤壺族群，另外也利用3D 列印技術製造出10倍大的笠藤壺模型，了解到蔓足面對水流時，內部受刺激大，因此較易伸出蔓足。

笠藤壺伸出蔓足的最佳條件是中強水流朝向蔓足，間歇性的沖擊，水流太弱或太強蔓足伸出都不明顯，因此蝙蝠洞的笠藤壺多數是背向大海，面向岩石回流的水來伸蔓足，若沒有完全面對水流，還可轉動蔓足來調整；而漂浮性的鵝頸藤壺因一直在海上漂動，很容易就伸縮蔓足，轉向主要依靠柄的擺動，使自己容易接觸海水。

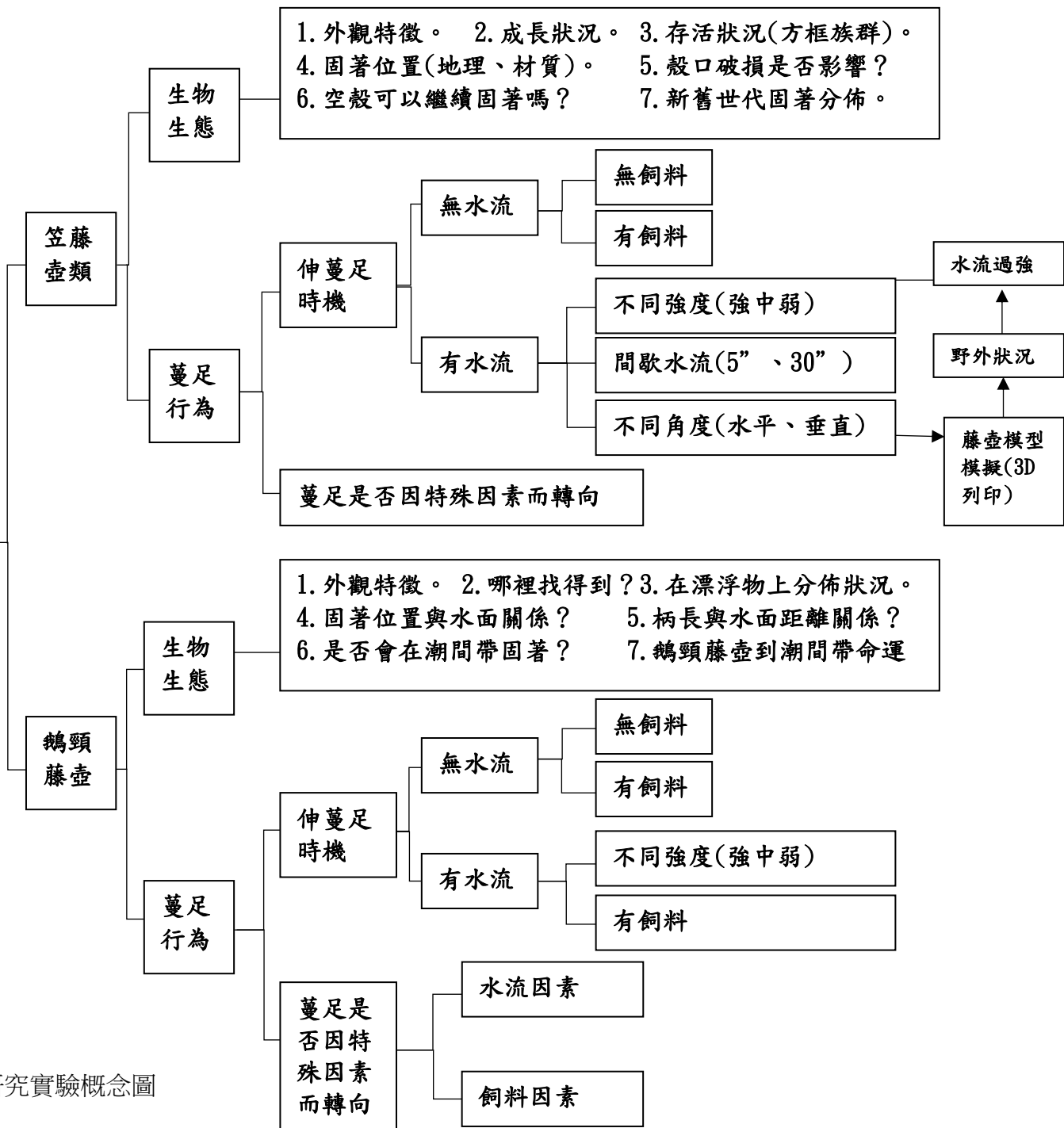
壹、研究動機

生活在海邊附近的我們，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「火山」的東西，一開始還不知道到底是石頭還是生物，後來一問才知道是一種叫「藤壺」的生物。上網查了之後，發現藤壺又分很多類別哦！像那些固著在漂流物上，伸著神秘觸手的「海怪」，其實也是藤壺的一種！哇！都是藤壺可是看起來卻差那麼多，令人不禁想深入調查呢！

貳、研究目的

- (一) 笠藤壺類之生物生態研究，包含：1. 外觀特徵；2. 成長狀況；3. 存活狀況(方框族群)；4. 固著位置(地理、材質)；5. 殼口破損是否影響？6. 空殼可以繼續固著嗎？7. 新舊世代固著分佈。
- (二) 笠藤壺類之蔓足行為研究，包含：1. 伸蔓足時機(水流、飼料、水流強度、間歇水流、水流方向、3D 模型實驗)；2. 蔓足是否因特殊因素而轉向？
- (三) 鵝頸藤壺之生物生態研究，包含：1. 外觀特徵；2. 哪裡找得到？3. 在漂浮物上分佈狀況；4. 固著位置與水面關係？5. 是否會在潮間帶固著？6. 柄長與水面距離關係？7. 鵝頸藤壺到潮間帶命運。
- (四) 鵝頸藤壺之蔓足行為研究，包含：1. 伸蔓足時機(水流、飼料、水流強度)；2. 蔓足是否因特殊因素而轉向(水流、飼料)？
- (五) 生長在不同環境的笠藤壺與鵝頸藤壺，所造成蔓足行為上的差異。

美笠天鵝壺



※ 研究實驗概念圖

參、研究設備及器材

- 一、實驗室飼養(30公分水族箱數組、檯燈、海水大水箱等)
- 二、攝影實驗組(攝影機、相機、腳架)
- 三、體長實驗組(游標尺、培養皿、淺盤子)
- 四、野外調查採集(方框、鐵鎚、錐子)
- 五、族群調查(透明方框模組)
- 六、蔓足實驗組(馬達、90公分魚缸)
- 七、3D 列印機組

肆、研究過程、方法、研究結果及討論

研究一-1、笠藤壺類之生物生態研究--基本外觀。

(一) 方法：1. 野外踏查--拍照後，回實驗室透過圖片比對。2. 圖鑑比對(陳國勤 2007)。

(二) 結果：

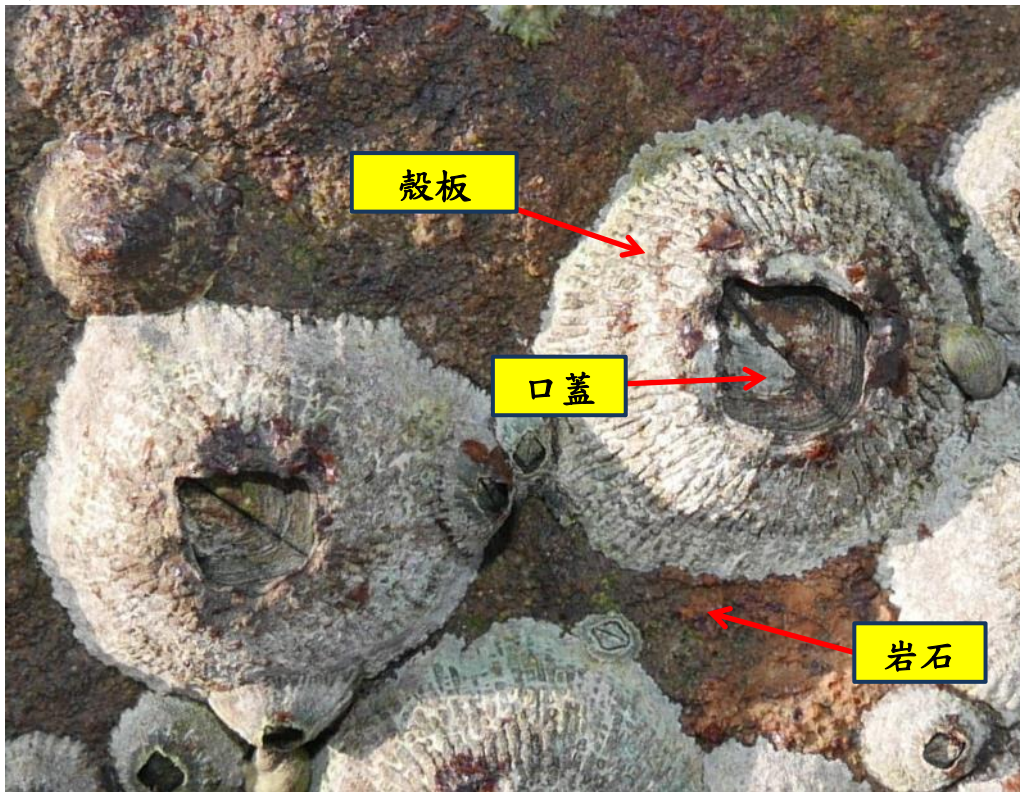


圖1-1 笠藤壺基本外觀(退潮沒海水時)

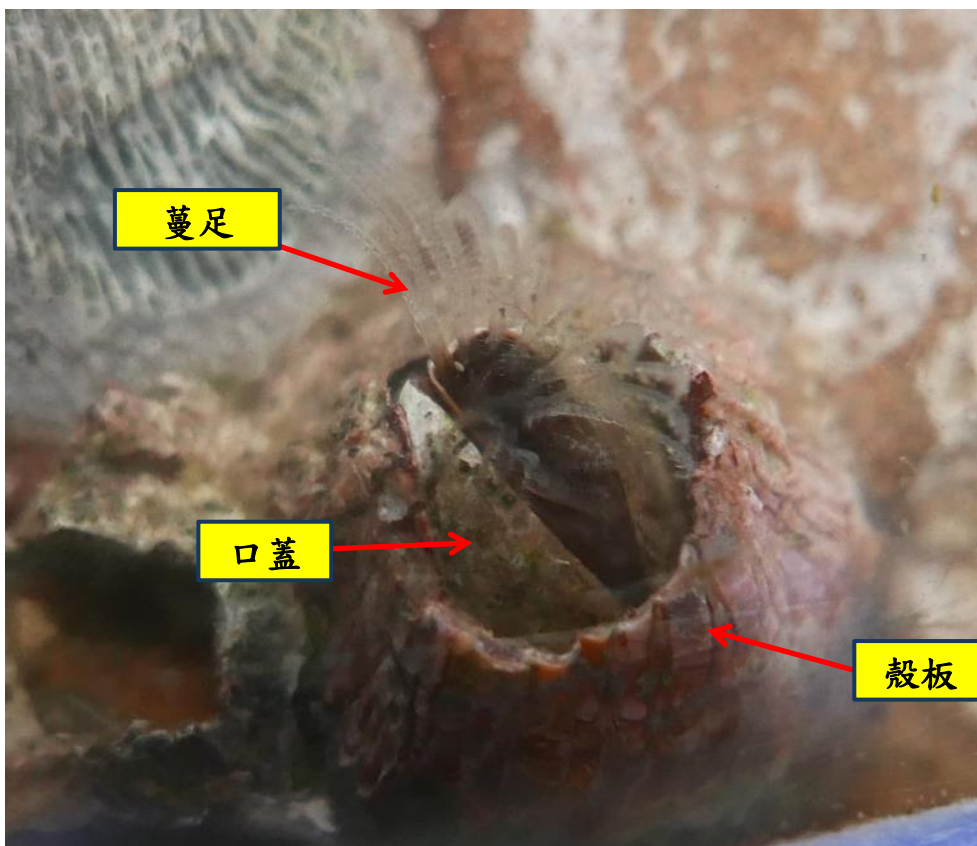


圖1-2 笠藤壺基本外觀(伸出蔓足時)

(三) 發現與討論：在東北角蝙蝠洞潮間帶設定的實驗區域內，發現都是屬於固著性的藤壺，共記錄四種藤壺，分別為美麗笠藤壺、黑潮笠藤壺、東方小藤壺及龜爪藤壺，外型與棲息環境都有些許不同。

	美麗笠藤壺	黑潮笠藤壺	東方小藤壺	龜爪藤壺
外形				
說明	體殼呈火山狀，粉紅色，有4片殼板	體殼呈火山狀，灰綠色，有4片殼板	體殼灰白、圓錐狀，有6片殼板	體殼有像龜爪，8片殼板，柄覆蓋鱗片
棲息環境	中潮帶海浪衝擊的岩塊上	中潮帶海浪衝擊的岩塊上	中潮帶海浪衝擊的岩塊上	主要在石縫間，量少

研究一-2、笠藤壺類之生物生態研究—成長狀況。

(一)動機：在潮間帶見到的藤壺有大有小，想了解牠們在野外成長狀況。

(二)方法：1.在潮間帶分別標記10隻不同大小的笠藤壺(包含黑潮笠、以及在旁邊可做比較的東方小藤壺)，每月2-3次量測牠們的大小(包含底部直徑、殼高、開口直徑—長與短)。



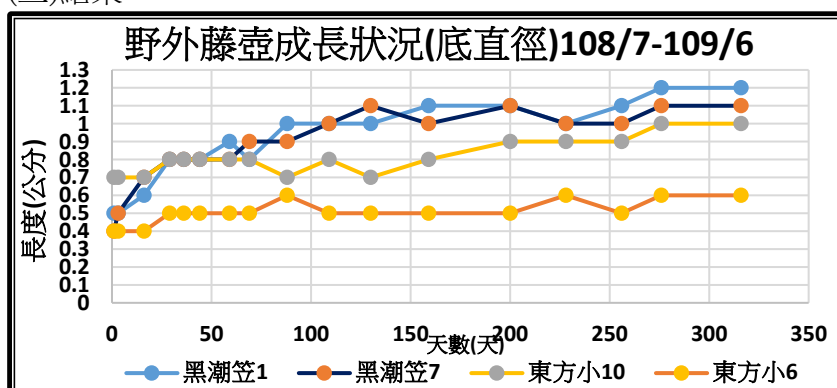
◎編號1,2黑潮笠藤壺 ◎編號9,10東方小藤壺 ◎量測大小

2.方框族群調查中，發現十月初有新的小藤壺進來，方框具有比例尺，因此可以利用電腦瀏覽照片時進行測量，殼高不易量，但殼底直徑、殼口直徑都可以量測，以口蓋裂縫為基準測量，每月不定期拍照量測。

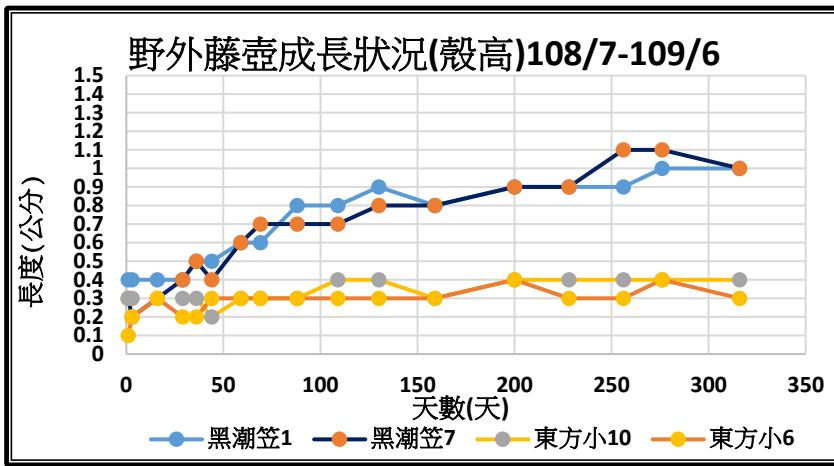


◎10月初發現方框內小藤壺 ◎四個月後有明顯變大 ◎利用方框比例可在實驗室測量

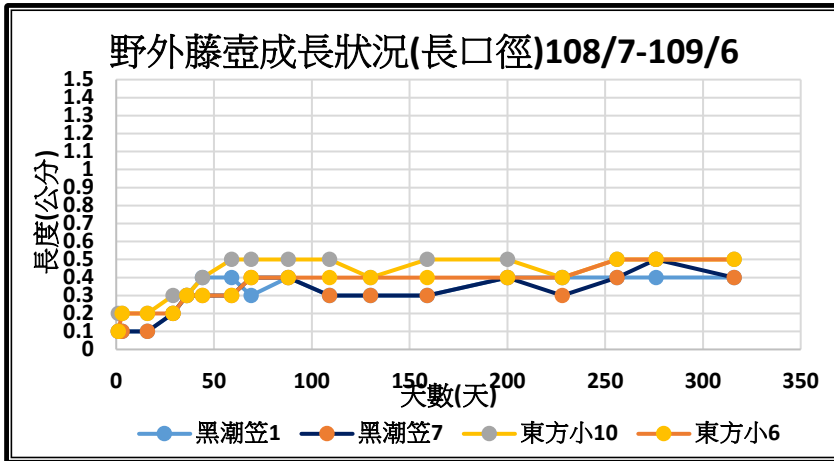
(三)結果：



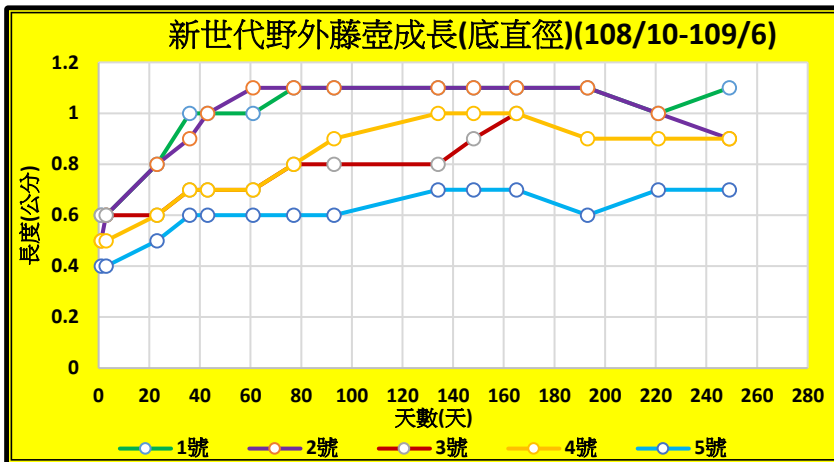
圖一-2-1



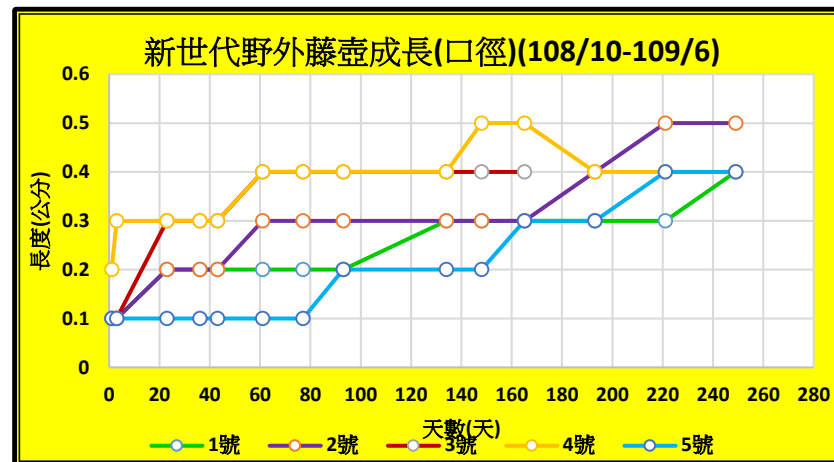
圖一-2-2



圖一-2-3



圖一-2-4



圖一-2-5

(四)討論：

- 1.具有火山圓錐外形的黑潮笠藤壺(笠藤壺科)，底部直徑與殼高隨時間都有增加的趨勢，但外型較扁平的東方小藤壺(小藤壺科)，雖然底部直徑也有微微上升，不過殼高則似乎沒有太大變化，與野外觀察到的是蠻吻合的。
- 2.殼口都偏向鳶形，從開始測量一個月後，殼口有變大趨勢，但接下來快一年時間，殼口似乎不再明顯改變(有時稍大，接著又變小，不過變化很小，也可能是測量誤差)。體型較高大的笠藤壺，可發現牠們的口蓋與殼口間是有空隙的(參考研究一-1)，按照圓錐的形態，上端會漸漸縮小，因此雖然體型較大，殼口並沒有跟著明顯增大，口蓋以上與殼口間的空隙，或許可以多一層保護，不至於口蓋直接被碰觸。
- 3.新世代的量測可以在實驗室慢慢量測，不過拍照的角度就要儘量固定，因為我們方框族群固定要拍照計算，因此剛好可以用固定的方法進行量測，而且可以了解初期藤壺固著時的成長狀況，從圖一-2-5與-6中我們發現，幼小的個體成長雖然緩慢，但長期來看是穩定在增加的，此時的殼口也會有跟著變大的趨勢。

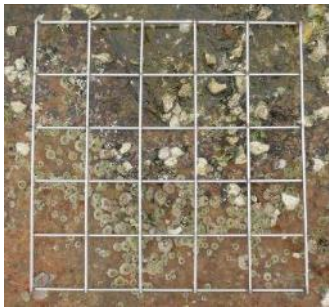
研究一-3、笠藤壺類之生物生態研究—存活狀況(方框族群)。

(一)動機：岩石上的笠藤壺甚麼時候會有新的來固著呢？死亡的狀況又是怎樣的？

(二)方法：1.利用50cm*50cm 的方框在潮間帶選定兩個位置架設，並標記方框四個點，以便日後可以確認位置，長期觀察記錄，每月2-3次將方框拍照。

2.利用電腦螢幕，清點方框中每個格子有多少藤壺(黑潮笠、美麗笠、東方小、龜爪)。

3.因數量多，大小不一，且有藻類、貝類干擾，因此為避免清點錯誤，我們利用透明板子製作模板，把方框內原有的藤壺依種類用不同符號標記上去，以後都用此模板來修改數量。



◎方框一狀況(50cm*50cm)



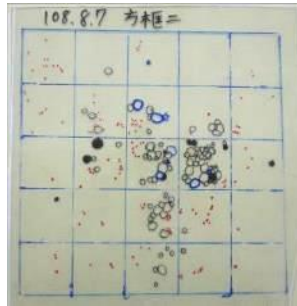
◎利用電腦清點格子內數量



◎製作透明模板



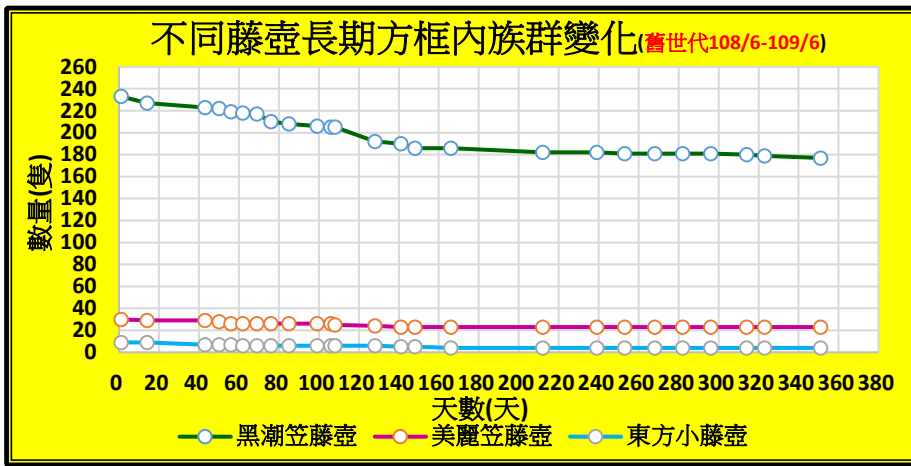
◎利用自製透明模板清點藤壺數量增減



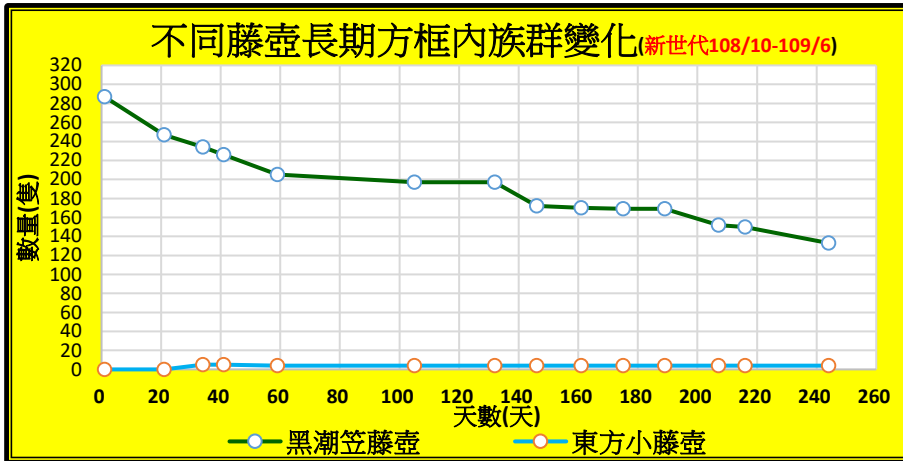
◎清點過後的模板

【紅:新增加/藍:美麗笠/黑:黑潮笠/實心圓:死亡
藍(三角形):東方小/藍(星形):龜爪】

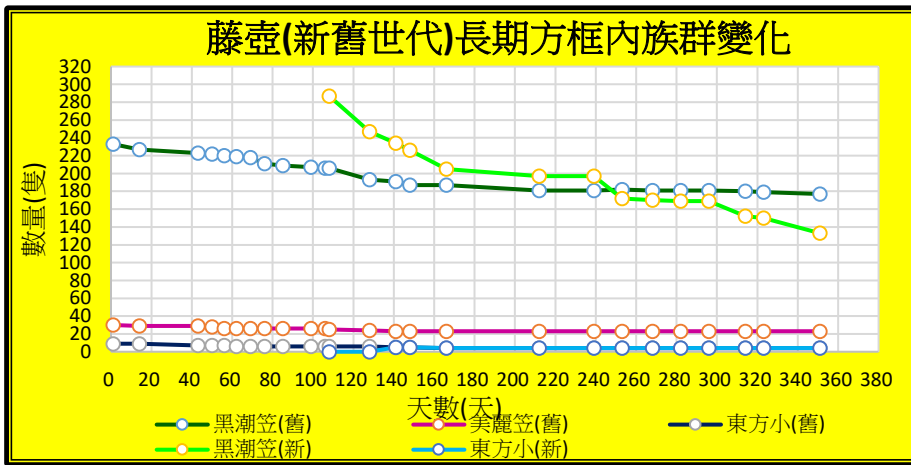
(三)結果：



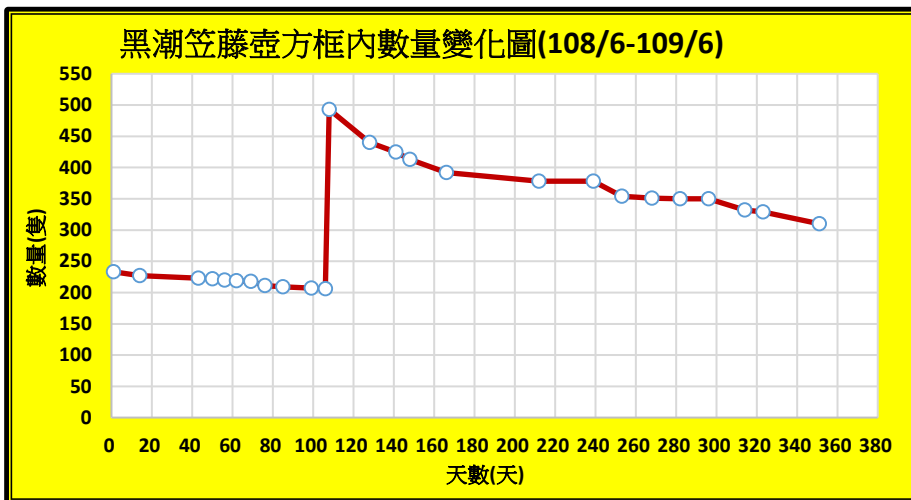
圖一-3-1



圖一-3-2



圖一-3-3



圖一-3-4

(四)討論：

1. 從圖一-3-1可清楚看出，一年中，數量最多的黑潮笠會隨著時間有些許的死亡(24%，(233-177)/233*100%)，並非集體死亡，而且死亡的也不一定是體型最大的，看起來比較像是意外死亡(海浪衝擊帶來的小石頭撞擊或蔓足受傷等都有可能)，這死亡率在險惡的潮間帶環境(且多數時間是暴露出來的)，應該不算太高，難怪中潮帶岩石上一直有數量龐大的藤壺。
2. 至於美麗笠(30→23隻，死了7隻)與東方小藤壺(9→4隻，死了5隻)雖然數量比較少，不過半年多下來，牠們也有零星的死亡，這三個種類棲息的位置是些許重疊的，都在中高潮帶附近，因我們一開始架設方框時，是選擇數量最多的黑潮笠集中且好架設的區域，因此另外兩種數量相對少很多，但長期下來，仍可看出牠們也是逐漸遞減。
3. 在109/10/4時，我們在方框區域內發現大量細小藤壺，顯然是幾天前剛固著小個體，從圖一-3-2可以明顯看出，這些個體也是以黑潮笠為主，而且是在同一期間陸續進來，剛進來固著的小藤壺，死亡率明顯較高，特別是固著後的前兩個月，數量由287減少到205(死亡率28%)，且接下來的半年多，數量仍有下降的趨勢，似乎尚未穩定下來。
4. 一年調查下來，黑潮笠藤壺的進駐似乎不是每天在進行，只有十月份有新個體進來，由此看來，他們很可能有明顯繁殖季，使得孵化的幼生期在外海浮游一段時間後，大家又在接近的時間進到潮間帶固著，牠們顯然不是一年一世代，因此這是很值得再繼續觀察的。

研究一-4、笠藤壺類之生物生態研究—固著位置(位置、材質)。

(一)動機：浮游期的笠藤壺要固著時，有沒有特定位置？材質是否會影響牠們的存活？

(二)方法：1. 在野外實地調查，藤壺棲息的區域是否有特殊環境地形。

2. 利用方框的照片，分別清點固著在”岩石”上的與”生物殼”上的數量，比較存活狀況。

3. 計算岩石上與生物殼上的新世代藤壺數量的增減，了解固著在不同材質的藤壺，是否存活率會不同。



◎固著在岩石上的藤壺



◎固著在藤壺殼上的藤壺



◎固著在牡蠣殼上的藤壺

(三) 結果：1.地形上的差異：



◎ 站在岩石上”面海拍攝”為笠藤壺棲息區域(紅色區域)(東北角蝙蝠洞)



◎ 站在海蝕平台上”背海拍攝”笠藤壺區域(東北角蝙蝠洞)

2.固著材質上的差異(以方框一為例)：

固著材質	108/6/19數量	109/6/3數量	死亡率
岩石	207	176	15%
藤壺殼	30	11	63%
牡蠣殼	9	5	44%

(四) 討論：1.這些固著在岩石上的藤壺主要棲息在中高潮帶，海蝕平台與岩石交接處再往上一些，我們觀察到這區域有幾個特點：(1)海水漲潮時要在浪大或完全漲潮時才會淹沒到；(2)即使在藻類最旺盛季節，也不會完全覆蓋藤壺區域；(3)岩石是傾斜的，不是平坦的平台。由這些特點我們歸納這些藤壺並不需要太長時間泡在海水裡，是不是因為低的區域容易讓藻類覆蓋而影響牠們浮游期固著或蔓足伸展，我們還不是很確定，但野外見到的幾乎都是如此。另外一個就是牠們的位置都是傾斜的岩石，平的區域反而沒有，我們推測這可能跟牠們浮游期進來要固著是有關的，海浪帶來浮游幼體，傾斜岩石可以在海水退時抓住岩石。

2.關於固著的材質，我們發現不管是岩石或生物硬殼，牠們都可能固著生長，不過多數還是以面積最大的岩石為主，死亡率則是在藤壺殼的稍高一些，這可能有幾個原因：(1)如果被固著的藤壺掉了，那固著在上面的也會跟著死亡；(2)藤壺殼會變大，那固著在上面的另一隻穩固性可能也會被影響，而且大家都慢慢變大，容易與旁邊的藤壺擠壓而造成不易繼續成長。至於牡蠣上的藤壺存活率高，我們不是很確定原因，或許跟牠比較平坦有關。

3.我們利用大退潮到接近亞潮帶的凸起岩石觀察，發現在背海的岩石且接近垂直面上，有明顯的藤壺聚集區塊(約50-80cm 高)，太高太低都沒有發現藤壺固著，利用方框分別在密集區、密集區以上、密集區以下各架設一個，發現密集區有將近370隻，而以上以下則沒有任何藤壺固著。

我們也利用方框、皮尺量測我們長期調查藤壺的實驗區域(中高潮帶)與海蝕平台的垂直距離，大約也是50公分左右，看起來牠們的固著跟海水高度是比較有關的，跟離海岸遠近反而比較無關，海水在漲退間，水位在某個高度區段時，便是牠們容易固著的區域，且藻類也剛好是較少的區域。



◎接近亞潮帶的岩石



◎垂直岩石上有明顯藤壺聚集



◎距離海蝕平台約50公分高



◎50cm*50cm 內有近370隻
50cm



◎50cm 以下幾乎沒有



◎實驗區域與平台垂直高度也約

研究一-5、笠藤壺類之生物生態研究—殼口破損是否有影響？

(一) 動機：野外觀察時發現，很多的殼口都會有破損，破損了是否影響牠們的存活？

(二) 方法：1.在方框一的其中一小格(編號1-2)進行殼口修剪，與其他格子內的藤壺進行長期觀察比較(編號1-3)，看看有修剪過殼口的藤壺，牠們的存活是否會受到影響。



◎方框一(1-2)未剪殼狀況



◎方框一(1-2)剪殼後狀況



◎殼破損處低於口蓋便容易死亡

(三) 結果：

日期	實驗組：編號1-2	對照組：編號1-3
	黑潮笠數量	黑潮笠數量
108/10/5(第1天)	16	17
109/6/3(第245天)	10	14
死亡率	37%	18%

(四) 討論：1.從結果發現，殼破損如果沒有低於口蓋處，245天後，死亡率雖然是2倍高於沒有剪殼的，不過剪殼死亡的6隻藤壺並非同時間死亡，而是在長達8個多月時間陸續死亡，因此，影響並沒有想像中的大，且野外的笠藤壺，大部分殼口也都或多或少有破損。不過如果破到口蓋以下(編號1-2有兩隻樣本刻意剪到口蓋以下)，在下次觀察時(約三週後)就早已死亡，也就是當殼破損低於口蓋時，不只水分無法保存，肉體也可能比較容易受傷，是很難存活的。



◎野外笠藤壺殼口破損很明顯

研究一-6、笠藤壺類之生物生態研究—空殼可以繼續固著嗎？

(一) 動機：在岩石上的藤壺都是活著的嗎？藤壺死亡後留下的空殼還能繼續留在岩石上嗎？

(二) 方法：1.利用方框蒐集的照片資料，以透明模板清點過程中，如果發現有空殼，則往回找最近存活的日期，並記錄之後空殼消失的日期，計算空殼在岩石上的天數，將每個空殼在岩石上的天數進行加總分析。



◎活著(7/29)

◎空殼(8/7)

◎殼脫落(8/13)

◎被藤壺圍住的空殼6/19

◎12/17殼仍在

(三) 結果：

空殼天數	0-10	11-20	21-30	31-40	41以上
數量	13	7	3	3	2

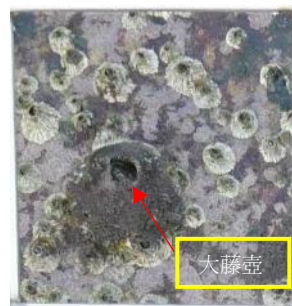
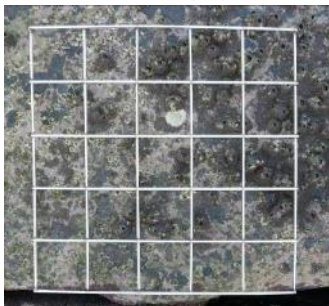
(四) 討論：岩石上的空殼，大多在10天左右會脫落，雖然也有超過一個月，但數量較少，我們發現空殼附著較久的，大多是旁邊還有其它活的藤壺，或許周圍有藤壺可以黏住這空殼，讓這空殼不至於被沖擊而脫落。

研究一-7、笠藤壺類之生物生態研究—新舊世代固著分布

(一) 動機：野外觀察時，我們發現小的藤壺(新固著)好像沒有跟大的(原有的)完全聚在一起，難道大藤壺較密集的区域，小藤壺就不易固著？

(二) 方法：1.在潮間帶笠藤壺分佈区域，另外架設四個方框，方框內有25個小格子，總共100個小方格，分別清點大藤壺0隻、1隻、2隻....時，新世代小藤壺各有多少隻，再平均0隻大藤壺時，小藤壺有多少隻？1隻大藤壺小藤壺有多少隻？...

2.為避免小方格內數量太小，我們僅取大小藤壺加總數量大於20的才列入計算。



◎在有大小藤壺處架方框

◎大藤壺多，小藤壺少

◎小藤壺多，大藤壺少

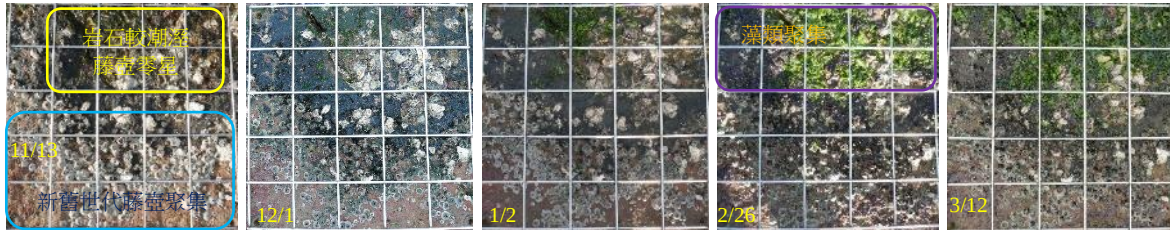
(三) 結果：

大藤壺數量(方格內)	0	1	2	3	4	5	6	7
小藤壺平均數量(方格內)	14	14	7	8	7	2	3	0

(四) 討論：1.從我們的100格資料中，確實大藤壺密集的区域，小藤壺的數量明顯比較少。

※ 但真是如此嗎？因為很多文獻資料都說牠們必須儘量聚在一起，以便於繁殖期時可以比較有機會進行交尾繁殖，若刻意分開固著，就不會對牠們的繁殖不利嗎？因此我們從新檢視這個議題，透過我們幾個野外長期記錄的資料，我們發現：

1.把超過半年的方框族群照片再檢視，藤壺大量固著的地方是退潮時比較乾燥的，也是藻類比較少的，是否是因為藻類容易生長的地方，浮游期的藤壺就不易固著呢？



2.再回顧我們研究一-3的棲息環境(6/19~3/12)，在藻類多的地方，藤壺就比較少固著，新世代藤壺也是沒有在藻類多的地方固著，反而與原來舊世代固著在一起(11/13照片)。

3.再看我們實驗四個方框的位置，舊世代的藤壺殼上與附近都布滿了藻類，其他沒藤壺的区域藻類較稀少，而小藤壺幾乎都在這些岩石上固著，這似乎比較能解釋為什麼小藤壺沒有固著在大藤壺旁邊，主要應該還是藻類區域不容易固著。



◎平台區凸起岩塊有藤壺 ◎凸起岩塊藻類少 ◎舊藤壺附近布滿藻類，小藤壺不易固著

研究二-1、笠藤壺蔓足行為研究--蔓足伸出時機(有無水流)

(一) 動機：在野外見不到伸蔓足的笠藤壺，但採集回實驗室飼養，即便是 24 小時錄影觀察，也都沒觀察到笠藤壺伸出蔓足，難道牠們不會伸蔓足？還是必須在特殊條件下才伸出來？

(二) 方法：野外採集有笠藤壺的岩塊，利用沉水馬達(400L/H)在魚缸內沖擊笠藤壺(黑潮笠藤壺、美麗笠藤壺)，並利用攝影機錄影觀察。



◎討論實驗設計 ◎馬達製造水流測試 ◎隔天觀察影片 ◎口蓋有開與沒開

(三) 結果：

經過時間(分鐘)		一	二	三	四	五
口蓋打開數量 (總數 65 隻)	無水流(隻)	7	14	4	2	3
	有水流(隻)	21	5	7	3	5
蔓足伸出數量		0	0	0	0	0

(四) 討論：在無水流跟小馬達水流情況下，都不會伸出蔓足，不過口蓋打開狀況有些不同，有水流時，笠藤壺很快便會打開口蓋(第一分鐘內就有 21 隻)，而沒有水流情況下，雖然立即反應不明顯，不過時間久了一樣會打開口蓋，但都沒伸出蔓足。

研究二-2、笠藤壺蔓足行為研究--蔓足伸出時機(有無飼料)

(一) 動機：水流好像讓牠們的口蓋開合與挪動更為激烈，也更為頻繁，但並沒有伸出蔓足，難道是因為沒有食物嗎？

(二) 方法：用夾子夾飼料放到笠藤壺上方(口蓋已打開)，觀察笠藤壺反應。2.選用顆粒非常細小的魚飼料，先將魚飼料與海水攪拌，使魚飼料可以均勻溶到海水中，再用塑膠滴管，將飼料水注射到笠藤壺殼口處，並利用攝影機錄影觀察。



◎用夾子放飼料



◎特殊微小飼料溶到海水



◎將飼料水注射到笠藤壺口蓋上方

(三) 結果：

實驗樣本數(隻)		第一次	第二次	第三次	第四次	總數
		15	20	10	30	75
無水流狀態 伸蔓足數量	無飼料(隻)	0	0	0	0	0
	加飼料(隻)	0	0	0	0	0

(四) 討論：1.實驗後，不管有沒有放飼料，笠藤壺都沒有任何反應，且口蓋也沒有特別活絡的挪動，看起來笠藤壺並沒有很敏銳的嗅覺構造，或者牠們並不是以食物有沒有在附近來決定要不要伸出蔓足，因為即使食物在附近，笠藤壺也沒有察覺到而伸出蔓足抓取。

2.一般的飼料容易結成團漂浮，不易到笠藤壺口蓋，且這類飼料很容易在海水中腐敗，後來改用日本進口顆粒細小的魚飼料，雖然可以容易溶開在海水中，且確定飼料水有進到笠藤壺殼口附近，不過仍然沒見到有伸蔓足的笠藤壺。

研究二-3、笠藤壺蔓足行為研究--蔓足伸出時機(不同水流強度)

(一) 動機：小馬達(400L/H)水流跟飼料都沒能讓笠藤壺伸出蔓足，不過水流確實讓牠們口蓋挪動活絡起來，難道是需要更強的水流？(潮間帶海浪衝擊的力道是可以非常強大)

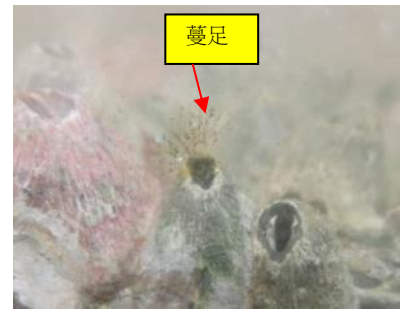
(二) 方法：1.添購馬力較強的馬達(3200L/H)來製造水流，將笠藤壺的石塊分別放置在離馬達出水口 25 公分(弱)、15 公分(中)及 5 公分(強)處，以製造不同大小的水流，分別沖擊五分鐘，記錄伸出蔓足的數量。



◎製造強水流(5 公分)



◎較弱水流(25 公分)



◎黑潮笠藤壺伸出蔓足(25 公分)

(三) 結果：

水流強度	種類	總樣本數	只伸一次	蔓足半伸	蔓足全伸
強(5cm)	美麗笠	10	6	2	0
	黑潮笠	50	0	0	1
中(15cm)	美麗笠	10	1	1	0
	黑潮笠	50	0	2	2
弱(25cm)	美麗笠	10	0	0	0
	黑潮笠	50	0	1	4

(四) 討論：1.原本設定水流沖擊一分鐘，但一分鐘似乎太快結束，因此我們將時間更改為 5 分鐘，讓藤壺有足夠時間反應。

2.利用較大馬力的馬達果然讓一些笠藤壺伸出蔓足，數量較少的美麗笠藤壺在強水流時，似乎反應較明顯，不過大部分都只伸出一隻(有 6 隻)，至於數量較多的黑潮笠藤壺似乎在中弱水流時，伸蔓足的比例比較高一些，顯然也不是水流越強越容易促使牠們伸出蔓足，畢竟蔓足是軟的，過強的水流可能使蔓足無法直立抓取食物。

研究二-4、笠藤壺蔓足行為研究--蔓足伸出時機(間歇水流)

(一) 動機：雖然水流變強後有讓部分笠藤壺伸出蔓足，但比例還是很低，在實驗進行過程中，我們意外發現當一下有水流一下沒水流時，有幾隻藤壺就伸出蔓足了，難道間歇的水流比較容易誘使牠們伸出蔓足？(潮間帶的海浪也是一波一波，這是否也是因素之一呢？)

(二) 方法：1.同樣利用馬力較強的馬達(3200L/H)來製造水流，將笠藤壺的石塊分別放置在離馬達出水口 25 公分(弱)、及 5 公分(強)處，以製造不同大小的水流，分別沖擊五分鐘，並堵住入水口 5 秒後再放開 5 秒，重複進行造成間歇水流，記錄伸出蔓足的數量。



◎以手指頭堵住進水口



◎放開水流時伸出蔓足(美麗笠)



◎堵住時縮回蔓足(美麗笠)

(三) 結果：

水流強度	種類	總樣本數	只伸一次	蔓足半伸	蔓足全伸
強(5cm)	美麗笠	10	0	0	8
	黑潮笠	50	0	2	6
弱(25cm)	美麗笠	10	0	3	0
	黑潮笠	50	0	1	6

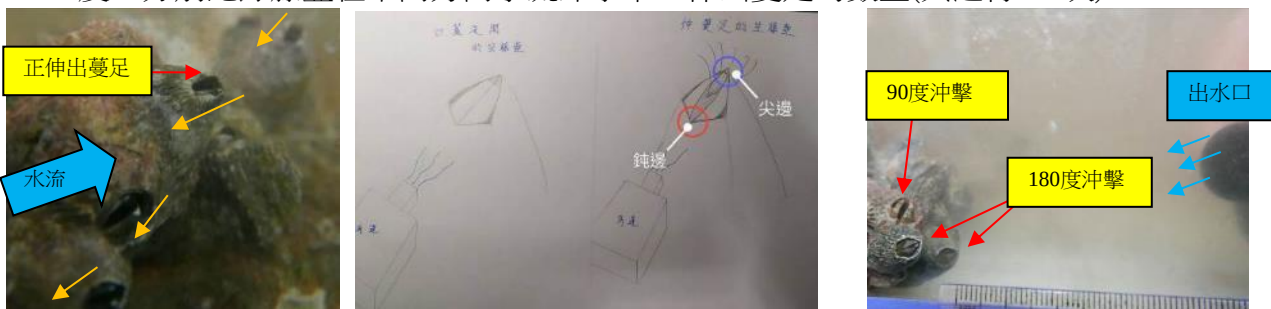
(四) 討論：1.在間歇水流情況下，笠藤壺伸出蔓足的比例是提高的，以美麗笠藤壺為例，5公分強水流時，水流不間歇是 0/10，但間歇情況下則是 8/10，黑潮笠藤壺則是 1/50 提高為 6/50，這不但解釋了為什麼我們之前 24 小時錄影，馬達持續沖擊，仍沒有見到伸出蔓足的原因，同時這也與野外實際狀況相吻合，因為我們觀察野外的海浪(漲潮時)，不是惡劣氣候下，也是大約 5-10 秒會有一波浪沖擊，而這樣的沖擊，**會讓牠們每 5-10 秒受到瞬間的水流，這似乎是比較容易讓笠藤壺產生反應而伸出蔓足。**

2.我們也進行了延長間歇時間的試驗，將原本 5 秒間歇改為 30 秒間歇，不過得到的數據與 5 秒間歇沒有太大差異。

研究二-5、笠藤壺蔓足行為研究--蔓足伸出時機(水流角度)

(一) 動機：錄影觀看笠藤壺伸出蔓足的行為時發現，牠們的口蓋並不只是單純的兩片開合，口蓋打開時，裡面還有一層密合度更高的膜，蔓足就在這膜內，而這個膜跟整個殼口大多都是呈現”傾斜”的鳶形，鳶形的鈍角是蔓足面對的方向，如果是這樣，那牠們是否因不同的水流角度而影響牠們伸出蔓足呢？

(二) 方法：1.縮小水流衝擊範圍，不再以整顆石頭的藤壺當樣本數，而是以水柱直接接觸的少數藤壺為樣本，並先以對準鳶形口蓋較鈍的一方為 0 度，側面是 90 度，尖的一面是 180 度，分別記錄藤壺在不同方向水流沖擊下，伸出蔓足的數量(共進行 10 次)。



◎殼口方向相似(0 度) ◎手繪蔓足伸出與水流方位關係 ◎不同方位的口蓋方向

(三) 結果：(分子：伸出蔓足的藤壺數量，分母：當時實驗的藤壺數量)

實驗編號	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	平均
0 度	3/4	2/6	3/7	2/4	2/8	4/11	4/6	2/7	2/3	5/10	47%
90 度	1/4	0/3	1/3	0/1	1/4	0/2	1/7	0/1	1/3	1/8	14%
180 度	0/2	0/2	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	1/7	0/1	0/7	3%

(四) 討論：在口蓋開口面對水流(0 度)被沖擊的情況下，伸出蔓足的數量明顯比較多，比例也比較高，側面面對水流時(90 度)也有一些伸出蔓足的情況，但數量明顯較少，至於背對水流(180 度)，進行的幾隻大部分都是沒有伸出蔓足，目前看起來，水流方向是有影響到牠們伸出蔓足的可能性。

研究二-6、笠藤壺蔓足行為研究--蔓足伸出時機(3D 列印製作藤壺模型模擬水流沖擊)

(一) 動機：水流方向似乎有影響笠藤壺伸出蔓足，而這是否與牠們口蓋附近的結構及口蓋內的蔓足方向有關？為了能更清楚瞭解這狀況，我們運用 3D 列印技術，製作出大型笠藤壺模型，希望可以看出特定方向水流是否真的對牠們有較大影響。

(二) 方法：1.仔細觀察笠藤壺外觀型態與殼口結構，與資訊老師合作製作等比例放大的笠藤壺模型。

2.在模型口蓋打開正下方開一個洞，使水流可以進入，利用油土將衛生紙覆蓋住洞口，再

分別讓水流在 0 度、90 度、180 度沖擊，從 5 公分處開始沖擊，每次 10 秒，如果沒破，則重複進行 10 次，記錄衛生紙在第幾次破損，如果衛生紙破了，便往後退 10 公分再進行一次(降低水流強度)，觀察不同角度下，各會在哪個強度下沖破衛生紙。



◎正前方 0 度

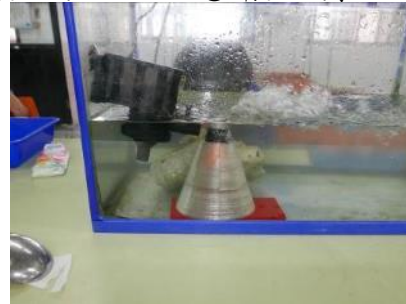
◎黏貼衛生紙

◎衛生紙緊貼洞口

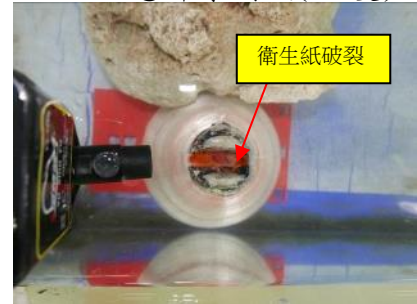
◎沖擊測試(90 度)



◎90 度時沖擊



◎0 度時沖擊



◎0 度時沖破衛生紙

(三) 結果：(記錄第幾次沖擊造成衛生紙破損，X 代表連續 10 次都沒破)

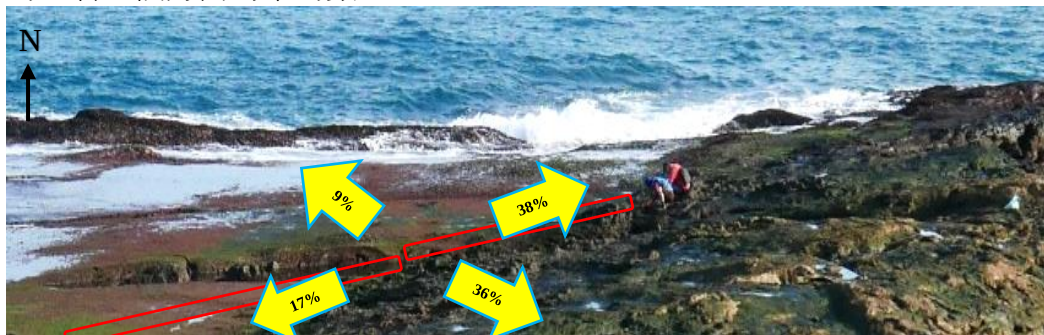
馬達距離(cm)	5cm	10cm	20cm	30cm
模型角度(度)				
0	1	1	1	1
90	2	1	X	X
180	X	X	X	X

(四) 討論：在 0 度面對水流時，水流對藤壺內部的刺激是比較大的，因此我們實際在進行 0 度沖擊藤壺時，藤壺伸出的蔓足比例是最高的(47%)，而 180 度面對水流時，因口蓋內還有一層膜會阻擋水流直接進去藤壺內部，造成即使是在最強水流實驗中(5cm)，還是無法沖破水流，這也解釋了為什麼我們利用 180 度沖擊藤壺時，牠們幾乎都不會伸出蔓足(3%)。

※ 如果 0 度面對水流(蔓足面水流)最容易伸蔓足，那野外藤壺的方向是否也符合這條件呢？

(一) 動機：野外海浪也有一定方向，是否岩石上的藤壺也有受這海浪方向影響，而有較特定的固著方向呢？

(二) 方法：在藤壺聚集區域，以面對海蝕平台的方向，加設 8 個方框並拍照，回實驗室利用電腦放大清點四個方位的數量，加總同一個方框內同方向的藤壺數量，再將 8 個方框平均，看四個方向的平均數量。

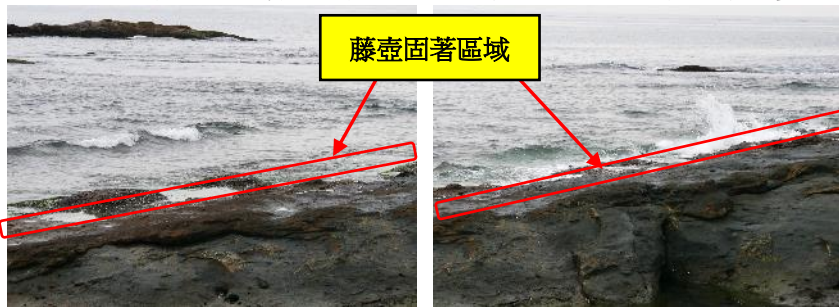


◎ 紅色區域為藤壺聚集區域，箭頭是指藤壺蔓足面對的方向

(三) 結果：

	方框 1	方框 2	方框 3	方框 4	方框 5	方框 6	方框 7	方框 8	平均	百分比	蔓足面對
上(蔓足面岩石)	69	74	90	97	97	15	55	2	62	36%	岩石
下(蔓足面平台)	29	36	23	2	2	17	3	8	15	9%	平台前
左(蔓足面右邊海)	81	39	78	38	38	86	78	82	65	38%	右側岩石
右(蔓足面停車場)	69	30	49	27	27	16	21	3	30	17%	停車場
總數	248	179	240	164	164	134	157	95			1381

(四) 討論：結果出乎意料之外，面對平台海浪方向的竟是比例最低的(9%)，大多數是面對右側岩石(38%)跟後方(36%)岩石，我們分別觀察了退潮與漲潮時，海浪對藤壺實驗區域的沖擊狀況，結果發現，當漲潮時，海浪從平台區一波波衝擊到藤壺，那衝擊力其實非常巨大，而且一旦天氣惡化，造成的浪更是驚人，而每一波浪結束時都會由岩石後方或右後方緩緩流回海面，這樣的海流穩定且較緩和，此時再伸出蔓足應該會是較安全的時機。

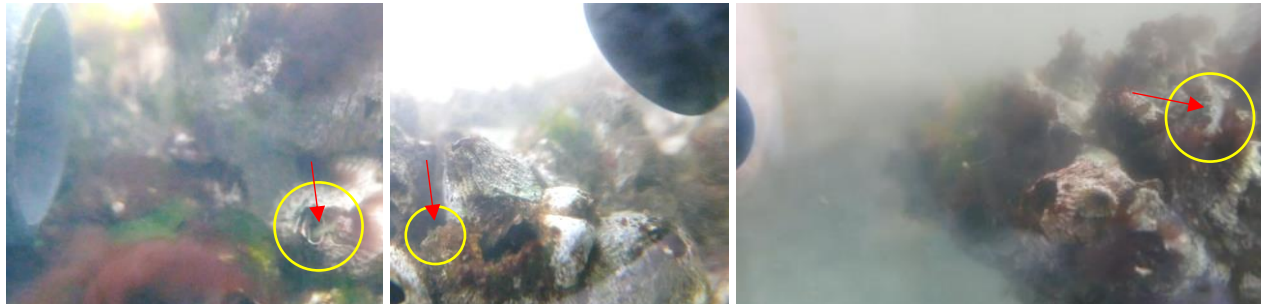


◎海浪沖擊岩石狀況

※潮間帶的海浪既然可以那麼強大，那強大的水流真的也能讓笠藤壺伸出蔓足嗎？

(一) 動機：這讓我們回頭再檢視水流強度實驗，如果使用更強的水流，是否伸出蔓足的藤壺會更多呢？

(二) 方法：將原本 5 公分使藤壺伸出蔓足後，往前到約 2 公分處，觀察藤壺蔓足反應。



◎過強水流造成蔓足傾倒 ◎過強水流造成蔓足收回 ◎稍微減弱水流，蔓足再度伸出

(三) 結果：

馬達距離	5cm(強)	2cm(過強水流)	5cm(強)
蔓足伸出(隻)	5(正常伸展)	2(蔓足傾倒)	4(正常伸展)

(四) 討論：蔓足的伸出需要有一定強度的間歇水流刺激，但對於太強的水流，則容易使伸出的蔓足整個傾倒，不但失去抓取食物的功效，而且可能受傷，傾倒的蔓足不容易縮回，而當水流一停時，牠們便趁機縮回不再伸出，直到馬達退到 5-10 公分，使水流不再那麼強大時，笠藤壺才又會再伸出蔓足。

研究二-7、笠藤壺蔓足行為研究—笠藤壺蔓足是否因特殊因素而轉向？

(一) 動機：如果蔓足面對水流是牠們攝食的最佳狀態，但野外地形崎嶇，水流也不是一直

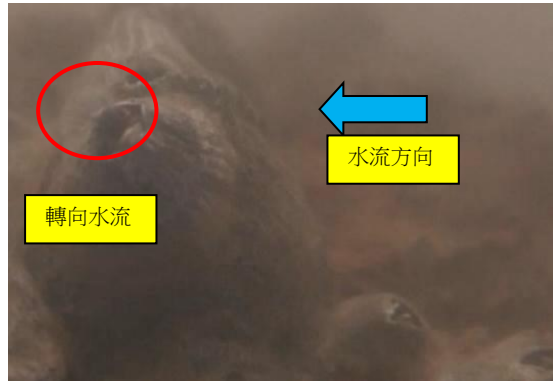
固定，當沒有面對水流時，牠們怎麼辦呢？我們在觀察笠藤壺蔓足伸出時，似乎有些微的轉動現象，而這轉動現象是因水流衝擊而亂轉，還是真的可以因應水流而轉向呢？

(二) 方法：1.水流衝擊笠藤壺時，若發現伸出來的蔓足沒有對準水流時，觀察牠們是否有將蔓足轉向水流行為。

2.如果一開始伸出來的蔓足是面對水流的，先看是否有轉向行為，接著將水流轉向(馬達換邊)，觀察是否有隨著水流而轉向。



◎剛開始伸蔓足時背向水流



◎不久後開始轉向水流



◎剛開始伸蔓足時側向水流



◎不久後開始轉向水流

(三) 結果：樣本數 14 隻

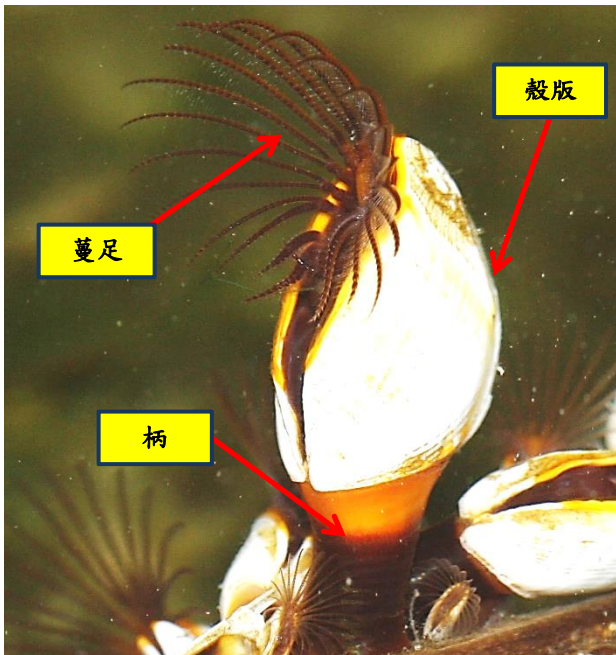
	完全轉向水流	轉向一半	沒轉向水流
馬達啟動	12(86%)	1(7%)	1(7%)
三分鐘後	12(86%)	1(7%)	1(7%)
馬達換邊	10(71%)	4(29%)	0(0%)

(四) 討論：1.雖然笠藤壺在正面面對水流時，比較會有伸出蔓足的反應，但當水流側面沖擊，笠藤壺有時也會伸出蔓足，此時牠們的蔓足會有明顯轉向水流的現象，而當我們將馬達換到另外一面時，大部分伸出蔓足的藤壺，又會將蔓足轉向水流方向。

2.牠們的這種行為並不是固定住姿勢一直進行，而是不斷的伸縮蔓足，伸出來的時間有時候幾秒鐘，有時候會到幾十秒，而這時間，我們觀察到牠們會儘可能將蔓足轉向水流方向，這樣的行為不但有利於牠們碗狀的蔓足可以接住較多的浮游物質，同時也較能適應潮間帶崎嶇地形造成的水流變化，即使水流沒有從正前方過來，牠們也能靠自己轉向來獲取食物。

研究三-1、鵝頸藤壺之生物生態研究--基本外觀。

(一) 方法：透過野外觀察、乾燥屍體解剖、圖鑑比對以及文獻上的資料蒐集來進行了解。



◎ 鵝頸藤壺(鵝茗荷)基本外觀



◎鵝頸藤壺有5片殼板



◎乾死後解剖構造圖

(二) 結果：鵝頸藤壺的殼是由五片殼板所組成，在殼下方有一明顯的”柄”構造，長短不一。蔓足(附肢)左右對稱，共有六對，而每一蔓足會在基部的地方分岔為兩條，共有24條，靠近裂縫左右兩對明顯較短，長的蔓足上約有30到40個節不等，短的也有10到20個節，每個節有兩對細毛，因此一隻鵝頸藤壺的蔓足上就約有2000根的細毛，可見密度非常的高。

研究三-2、鵝頸藤壺之生物生態研究--潮間帶哪裡找得到？

(一) 動機：笠藤壺可以在潮間帶特定區域找到，那鵝頸藤壺是否也可以在某些特定區域找得到呢？

(二) 方法：透過多次野外觀察、實地記錄發現鵝頸藤壺的位置。

(三) 結果：



◎被沖到高潮帶的乾竹子



◎被沖到高潮帶的廢棄漁具



◎高潮帶發現的保麗龍

(四) 討論：潮間帶發現的鵝頸藤壺大部分都是已經跟著漂流物到達高潮帶位置，不過也不是每次去都能見到，而低潮帶區域要找到就更很少了，看不太出來是特定季節或是特定海流才會將牠們沖進來，因為目前發現牠們並沒甚麼週期性。

研究三-3、鵝頸藤壺之生物生態研究--在漂浮物上分佈狀況

(一) 動機：鵝頸藤壺在漂浮物上是不是會固著在特定位置？

(二) 方法：透過野外調查，仔細觀察有鵝頸藤壺的所有漂浮物，記錄牠們在漂浮物上的固著位置是否有規律性。

(三) 結果：



◎壓扁寶特瓶有凹角處較多



◎漂流木上的細縫處較多



◎燈泡螺旋處較多



◎寶特瓶在凹陷處較多



◎浮筒在凹陷處較多



◎玻璃瓶在凹陷處較多

(四) 討論：我們發現不管是哪一種漂浮物(寶特瓶、木頭、浮球、塑膠…), 在粗糙面、凹陷處或有縫隙的地方，鵝頸藤壺聚集都會比較多，這應該跟牠們固著穩不穩固有關，固著在光滑處的鵝頸藤壺，在海水不斷沖擊下，脫落的機率勢必會比凹陷處的高很多。

研究三-4、鵝頸藤壺之生物生態研究--固著位置與水面關係

(一) 動機：鵝頸藤壺固著的位置是否都在水面下呢？

(二) 方法：1.野外調查時，將有鵝頸藤壺的漂浮物放在水面，等它靜止，再觀察鵝頸藤壺分佈在水面上、水面下及水面附近的狀況。

(三) 結果：



◎玻璃罐水面附近有鵝頸藤壺



◎浮球在水面附近有鵝頸藤壺



◎水面附近有很多鵝頸藤壺



◎鐵罐也是在水面附近



◎皮鞋也是在水面附近



◎花枝的鞘在水面附近有較多鵝頸藤壺

(四) 討論：1.野外觀察到的鵝頸藤壺，不管附著在何種漂浮物，幾乎都是在水面附近最多，水底下雖然也有，但並不多，水面上則是很零星，我們將這些漂浮物放在潮池上，發現它們大部分是可以翻面的，如此一來，一旦翻面，水面下的可能變水面上而缺水或被曝曬，若在大太陽底下，時間久了很容易乾死，而水面附近的則影響較小，就算翻面，或多或少

都還是能接觸到海水。

※除了漂浮物可能翻面的問題之外，是否還有其它原因，讓牠們比較少居住在水底下呢？為了更清楚瞭解牠們的行為，我們將一些有鵝頸藤壺的漂浮物帶回學校水族箱飼養，觀察牠們在水面上、水面下與水面附近的存活狀況。



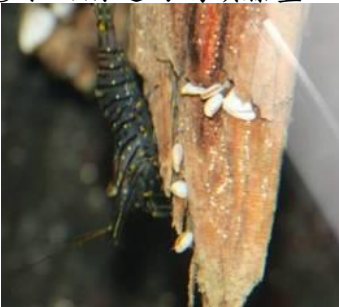
◎水面附近的鵝頸藤壺



◎沉在水裡的鵝頸藤壺



◎利用保麗龍使牠們浮出水面



◎在潮間帶潮池內，水底下的鵝頸藤壺可能受其他生物攻擊

(四) 討論：2.帶回實驗室飼養的鵝頸藤壺，在水面附近的存活可以達兩個月，水面上的如果沒有碰到水，則很難超過一個禮拜，至於水面下(特別是固定在水裡的狀況，像大型漂流木)，雖然有海水，卻很容易受到其他生物的攻擊而死亡，這應該也是他們必須在漂浮物上不斷漂動的原因之一吧！這是進到潮間帶被卡在潮池裡的狀況，如果在外海，我們覺得應該還是”漂浮物會翻面”，才是影響較大的因素，它會造成水面上下兩面都可能被曬乾，而只有水面附近的鵝頸藤壺，不管漂浮物有沒有翻面，都可以接觸到海水。

研究三-5、鵝頸藤壺之生物生態研究—柄長與水面距離關係

(一) 動機：鵝頸藤壺有些離水面較遠，是否會迫使牠們的”柄”長得更長？

(二) 方法：1.採集有鵝頸藤壺的漂浮物回實驗室，利用保麗龍綁在漂浮物上，使某些藤壺離水面較遠，測量牠們的柄長與離水較近的其他藤壺作比較，長期觀察，並定期測量。



◎保麗龍使某些藤壺離水較遠



◎量測頸長



◎每週固定量測記錄

(三) 結果：(離水較遠與水面附近各有 2 隻)

	離水面較遠		在水面附近	
	柄長	殼長	柄長	殼長
第 1 天	0.7	1.5	0.5	0.9
第 40 天	0.7	1.5	0.5	1

(四) 討論：這個實驗進行了 40 天，但實驗鵝頸藤壺的“柄”長以及”殼”長都沒有明顯的變化，就連水面附近的也沒有甚麼改變，生活在海面漂浮的鵝頸藤壺，到了魚缸內，雖然我們儘可能造成水流，定時餵食飼料，但顯然沒有適應很好，大部分從高潮帶採集回來的鵝頸藤壺，很難在魚缸中存活超過兩個月，時間越久越少伸出蔓足，因此到底是否會因離水距離而加快柄的成長，並無法得到證實。(附加實驗野外漂浮物樣本量測，請見附件一)

研究三-6、鵝頸藤壺之生物生態研究—是否會在潮間帶固著？

(一) 動機：在海中漂浮的鵝頸藤壺幼生期，除了在外海固著，是否也會像笠藤壺進到潮間帶固著？

(二) 方法：1. 利用尼龍繩將漂浮物（木頭、防撞條、花盆）固定在潮間帶石頭上，觀察看看有沒有鵝頸藤壺固著上來。(108/10)



◎潮間帶的漂流木 ◎有隙縫的木板 ◎可漂浮的防撞條 ◎可漂浮的花盆

(三) 結果 1：一週後再去，四個實驗品都被沖走。

方法 2：改用較強韌的跳繩來綁較穩重的浮筒，並選擇在大岩石後方的位置來固定。(108/11)



◎增加繩子強度 ◎選擇大岩石後方的位置 ◎漲潮時可以淹到海水

結果 2：前兩個禮拜都可以觀察，沒有發現任何固著的鵝頸藤壺，但在一次東北季風增強的惡劣天候下，這個浮筒也不見了。

方法 3：利用粗繩子將寶特瓶綁在港邊，使它們可以在海面漂浮，定期進行檢驗。並同時觀察記錄在岸邊纏在岩石上的捕魚廢棄漂浮物，詳細檢查是否有鵝頸藤壺固著。(108/12)



◎寶特瓶製作漂浮物 ◎選擇潮間帶岸邊固定 ◎每個禮拜記錄一次 ◎3個月後仍無發現



◎潮間帶纏在岩石上的漁網與浮球



◎岸邊廢棄的橡膠與浮筒



◎纏在岩石上的漁網與浮球



◎利用照相機拍照，再放大檢視

結果 3：我們從去年 12 月開始進行寶特瓶的固著實驗，可以維持比較久的時間，雖然也曾經消失不見，但我們會立即再綁新的來放置，這半年來，並沒有發現任何鵝頸藤壺的幼小個體來固著。

(四) 討論：由於潮間帶風浪有時極大，實驗物品會被沖斷，因此將有些改為粗棉繩，有些則設置在浪較小的港邊來進行，到目前為止(108/12~109/6)，不只寶特瓶沒有任何鵝頸藤壺固著，就算是纏繞在岩石上的廢棄漁網、浮球，也都沒有發現鵝頸藤壺固著，因此我們推測，鵝頸藤壺幼生期並不會像笠藤壺一樣，進到潮間帶來固著，或是固著了也很難存活下來，牠們應該是在外海隨機碰觸漂浮物固著，意外的被海浪沖進到潮間帶。

研究三-7、鵝頸藤壺之生物生態研究—鵝頸藤壺是否能存活於潮間帶？

(一) 動機：進到潮間帶的鵝頸藤壺，是否有可能定居下來呢？

(二) 方法：利用多次野外調查，記錄每次發現的鵝頸藤壺漂浮物，並在下次調查時，觀察存活狀況。

(三) 結果：



◎被沖沖到高潮帶接近飛沫帶的鵝頸藤壺，不到一個禮拜便都已死亡。



◎暫時停留在低潮帶的鵝頸藤壺雖然不會立即乾死，但久了，存活的數量也是越來越少

(四) 討論：我們發現鵝頸藤壺隨著漂浮物在海上漂流，可以維持一直有水分、有食物，受海浪沖擊時也可以因漂浮而緩衝力量，但進到潮間帶後，受潮間帶不規則地形影響，進來的漂浮物如果是較輕的(寶特瓶、保麗龍、玻璃瓶、浮球…)，很容易被沖到高潮帶，甚至飛沫帶，以至於無法接觸海水，遭太陽曝曬死亡，如果是較重的(大型漂流木)，雖然有可能暫時停留在低潮帶，但因無法漂流，鵝頸藤壺必須直接承受海浪的拍打，此時的”柄”反而成了牠們不利的條件，承受不起海浪的強力拍打，加上殼並不像笠藤壺的殼那麼堅固，因此就算不是被海浪沖擊脫落，也會在潮池內受其它潮間帶生物攻擊而難逃死亡的命運。

研究四-1、鵝頸藤壺蔓足行為研究--蔓足伸出時機(有無水流)

(一) 動機：了解笠藤壺伸蔓足時機後，型態與棲息環境完全不一樣的鵝頸藤壺，牠們伸出蔓足的時機是否有不一樣呢？

(二) 方法：野外採集有鵝頸藤壺的漂浮物，一部分放在沒有水流的魚缸中，一部份放在有水流(400L/H 馬達)的魚缸中，觀察牠們伸出蔓足的數量。



◎靜止水域觀察蔓足伸出狀況

◎有水流時蔓足伸出狀況

◎沒水流情況仍有部分伸蔓足

(三) 結果：

水流	殼沒開	伸一半	全伸	收縮抓取
無水流(共71隻)	8(11%)	13(18%)	24(34%)	26(37%)
有水流(共32隻)	2(6%)	0(0%)	15(47%)	15(47%)

(四) 討論：1.住在漂浮物上的鵝頸藤壺，伸蔓足的狀況與笠藤壺有極大差異，即便沒有水流，放到水中時，一部份鵝頸藤壺就會開始伸蔓足，不過並沒有很激烈收縮。

2.當馬達打開，水流開始流動時，明顯發現不少鵝頸藤壺會有較明顯伸縮，原本半伸的會伸得更大一些，看起來，水流似乎還是有促使牠們伸縮蔓足。

研究四-2、鵝頸藤壺蔓足行為研究--蔓足伸出時機(水流強度)

(一) 動機：笠藤壺要強的水流，那鵝頸藤壺是否也是水流強一點，蔓足會伸的更明顯呢？

(二) 方法：利用小馬達製造穩定水流，將鵝頸藤壺分別固定在離出水口5公分、15公分、25公分處，記錄蔓足伸出狀況。



◎強水流時藤壺被沖倒

◎弱水流時藤壺蔓足正常收縮

(三) 結果：

水流強度	殼不開	蔓足伸一半	全伸	抓取
強(5cm)(共 15 隻)	10(67%)	2(13%)	3(20%)(沖歪)	0(0%)
中(15cm)(共 13 隻)	6(46%)	2(15%)	5(38%)	0(0%)
弱(25cm)(共 13 隻)	5(38%)	1(8%)	6(46%)	1(8%)

(四) 討論：鵝頸藤壺的殼並非完全固定不動，因為有一個"柄"的構造，使牠們很容易被水沖傾斜，因此在強水流情況下，鵝頸藤壺反而比較不容易伸出蔓足，而在弱水流時，則會有全伸或抓取動作，難怪牠們不會固著在固定的岩石上，必須固著在漂浮物，隨浪漂浮，可以緩和受浪沖擊的力道，因此即便是大浪，漂浮物上的鵝頸藤壺並沒有承受很大衝擊力。

研究四-3-1、鵝頸藤壺蔓足行為研究--蔓足伸出時機(食物)(無水流)

(一) 動機：水流是可以刺激鵝頸藤壺伸蔓足，那如果食物是不是也是影響因素之一呢？

(二) 方法：野外採集有鵝頸藤壺的漂浮物，放在沒有水流的魚缸中，將特製細小魚食料與海水攪拌，慢慢放到鵝頸藤壺四周，觀察牠們伸出蔓足的數量。



◎準備飼料海水



◎無水流下加入飼料海水



◎鵝頸藤壺蔓足有抓取動作

(三) 結果：樣本數17隻

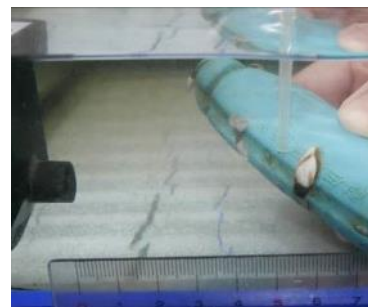
水流	飼料	殼沒開	蔓足半伸	蔓足全伸	蔓足抓取
無	無	8(47%)	6(35%)	2(12%)	1(6%)
無	有	7(41%)	1(6%)	2(12%)	7(41%)

(四) 討論：在沒有水流跟飼料時，鵝頸藤壺已經有一半在伸蔓足，不過大多是半伸或伸一點，當魚飼料放入時，如果蔓足有碰觸到，伸縮的現象會非常明顯，原本半伸的會伸的更開，甚至收縮抓取，不過如果沒碰觸到飼料或根本沒打開殼，則仍不受影響，這結果告訴我們，食物對鵝頸藤壺的蔓足反應是有影響的，但必須有碰觸到，也就是**當牠們蔓足沒伸出來時，即便加了飼料，牠們也不會立即伸出蔓足**，除非殼有開，且蔓足有接觸到飼料。(附件二 鵝頸藤壺攝食行為探討)

研究四-3-2、鵝頸藤壺蔓足行為研究--蔓足伸出時機(食物)(不同水流強度)

(一) 動機：有食物的情況下，在不同水流沖擊時，是否更容易刺激鵝頸藤壺伸出蔓足呢？

(二) 方法：野外採集有鵝頸藤壺的漂浮物，放在魚缸中，利用小馬達(400L/H)製造水流，將鵝頸藤壺漂浮物分別固定在5、15、25公分處，再將特製細小魚飼料與海水攪拌，慢慢放到鵝頸藤壺與水流之間，觀察牠們伸出蔓足的狀況與數量。



◎整理水流與飼料實驗記錄本 ◎弱水流時加飼料 ◎強水流時加飼料，藤壺被沖倒

(三) 結果：1. 加飼料的結果

水流強度	殼不開	蔓足伸一半	全伸	抓取
強(5cm)(共 16 隻)	13(81%)	3(19%)	0(0%)	0(0%)
中(15cm)(共 32 隻)	23(72%)	5(16%)	9(28%)	0(0%)
弱(25cm)(共 32 隻)	13(41%)	0(0%)	19(59%)	0(0%)

(四) 討論：1. 從有飼料跟無飼料的兩個實驗結果看出，不管有沒有飼料，水流太強並不容易讓鵝頸藤壺伸出蔓足，反而在比較弱水流時，全伸蔓足的數量會比較多。

2. 另外一個重要的結果是，從無飼料弱水流的蔓足全伸比例(6/13, 46%)與有飼料弱水流的蔓足全伸比例(19/32, 59%)看出，水流中有沒有飼料，似乎沒有產生顯著影響，反而是水流本身影響較明顯，這與先前實驗在無水流下，飼料並沒有造成鵝頸藤壺伸蔓足的數量增加，是相吻合的，由此可見，鵝頸藤壺蔓足的行為受水流影響是較大的，與笠藤壺結果相似。

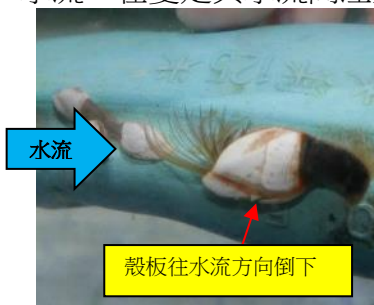
研究四-4、鵝頸藤壺蔓足行為研究--蔓足是否因特殊因素而轉向？

(一) 動機：固著在固定不動岩石上的笠藤壺，牠們的蔓足轉向水流是蠻合理的，但漂浮物漂來漂去，上面的鵝頸藤壺，牠們的蔓足是否也會受某些因素而轉向呢？

(二) 方法1：1. 『水流因素』--將有伸出蔓足的鵝頸藤壺，固定在有弱水流的魚缸中，使蔓足背對水流，觀察牠們蔓足是否會轉向。

2. 『食物因素』--將有伸出蔓足的鵝頸藤壺，固定在沒有水流的魚缸中，在蔓足背面注入有細小飼料的海水，觀察牠們的蔓足是否轉向。

3. 『水流加飼料因素』--將有伸出蔓足的鵝頸藤壺，固定在有弱水流的魚缸中，使蔓足背對水流，在蔓足與水流間注入有細小飼料的海水，觀察牠們的蔓足是否轉向。



◎背向水流不轉向但倒下



◎無水流加飼料，有抓取無轉向



◎有水流加飼料並無轉向

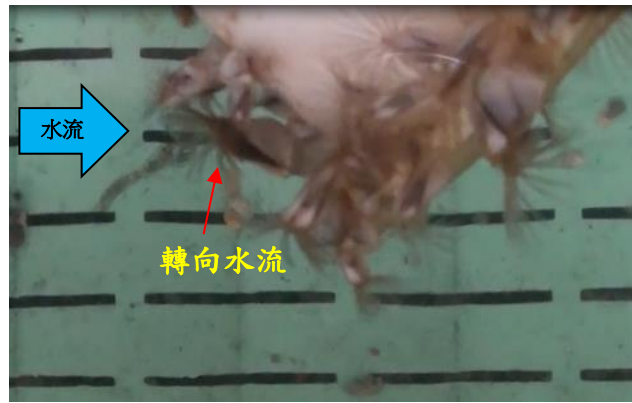
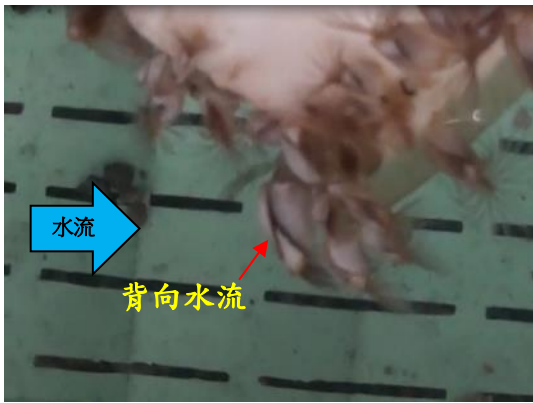
(三) 結果1：

	頸部轉向	蔓足轉向	不轉向	說明
水流刺激(15 隻)	5(33%)	4(27%)	6(40%)	若水流過大則無反應
飼料刺激(18 隻)	2(11%)	0(0%)	16(89%)	

※鵝頸藤壺容易受水流影響而晃動，因此這樣的方式不是很容易觀察，決定改利用兩個沉水馬達，並在魚缸內進行，可以由魚缸側面來進行觀察。

(二) 方法2初步測試：1. 將鵝頸藤壺固定後（且有些背向出水口），打開馬達製造水流並靠近水流，再用攝影機錄下牠的一舉一動，看看水流是不是可以使牠轉向。

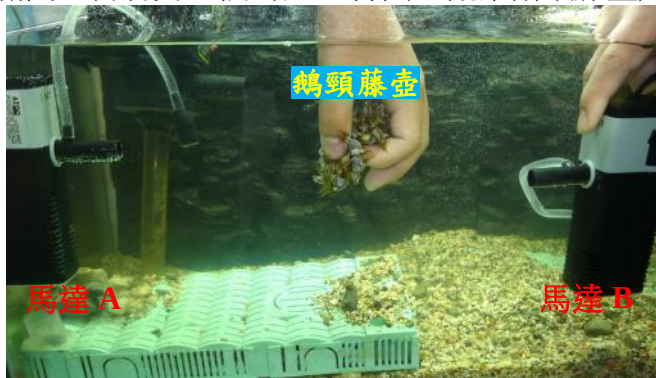
(三) 結果2初步結果：在單一馬達時，觀察的結果，發現鵝頸藤壺的”柄”確實是可以從背向水流變成面向水流的。



◎ 鵝頸藤壺一開始背對水流狀況 ◎ 水流衝擊一段時間後開始利用”柄”轉向水流

※只是單一水流，並不能看出水流忽然改變時，牠轉向的狀況，因此我們決定在前後各設置一個馬達，重覆測試看牠是否真的會因此改變方向。

(二) 方法3：在鵝頸藤壺左右各設置一個馬達，先打開一邊的馬達 A 製造水流，隔一段時間後將馬達 A 關閉，再將另一個馬達 B 打開，觀察鵝頸藤壺是否會轉向。

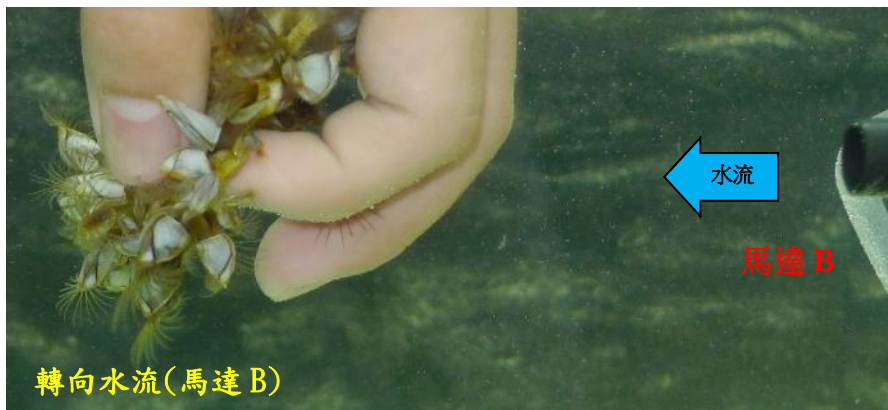


◎ 雙馬達水流實驗

(三) 結果：實驗後我們發現，當馬達 A 打開時，鵝頸藤壺會盡量朝向馬達 A，而當馬達 A 關閉，B 打開時，鵝頸藤壺會盡量朝向馬達 B。



◎ 馬達 A 沖水時，鵝頸藤壺均轉向 A



◎ 換馬達 B 沖水時，鵝頸藤壺又轉向 B

(四) 討論：1. 鵝頸藤壺蔓足沒有像笠藤壺有那麼明顯的轉向行為，可能是因為在漂浮物上，方向本來就一直轉來轉去，沒有必要再做轉向的動作，而特殊的”柄”的構造，可以做彎曲、倒下的動作，也是另一種方式的轉向水流方向，且大部分是利用柄的擺動來整個轉向，並非全靠蔓足。

2. 為什麼主要依靠柄來擺動，我們認為對於鵝頸藤壺來說，當固著的漂浮物翻面時，會使原本在水面下的鵝頸藤壺變成在水面上，這時可以利用柄的彎曲或傾倒，讓牠們不至於因翻面而碰不到海水，對牠們來說，在水裡轉向來面對水流應該不是特別重要，因為漂浮物本身就一直在轉動。

伍、結論

一、固著在岩石上的笠藤壺與漂浮物上鵝頸藤壺，因各種生物與非生物因素，造成牠們在蔓足上的行為也有很大的不同，總結如下：

	笠藤壺	鵝頸藤壺
1.外觀特徵	火山型體殼，殼口有四片口蓋	五片白色殼版，有一明顯的柄
2.固著物	岩石或岩石上的生物殼	各種漂浮物
3.棲息區域	接近中高潮帶岩石，約在綠藻區域上方	外海，但可能隨著漂浮物被海水沖到高潮帶
4.成長(潮間帶)	非常緩慢，底直徑約可成長0.7公分，殼高約成長0.6公分(11個月)	很難存活
5.族群變化	約有24%死亡率(一年)，十月時則有新世代固著	沒有明顯週期會到潮間帶，而到潮間帶的幾乎都會死亡
6.蔓足伸出時機	(1)中強水流 (2)水流間歇 (3)蔓足方向朝向水流	(1)小水流 (2)有碰到海水
7.固著方向	背向大海，朝向岩石上方	漂浮物上的水面附近
8.蔓足轉向	伸出時，會明顯轉向海流	不明顯，但柄經常會翻轉

陸、參考資料及其他

- 一、陳國勤 李坤瑄。2007。台灣的藤壺。國立自然科學博物館。
- 二、陳育賢。2001.海岸生物(二)(三)—台灣潮間帶生物700種(二)。渡假出版社有限公司。
- 三、陳揚文。2011.一個潮池的秘密。行人文化實驗室。
- 四、趙世民。台灣礁岩海岸地圖(2003)。晨星出版社。
- 五、王中賢。2012。黑潮笠藤壺和美麗笠藤壺之生殖週期在台灣黑潮流域及東海海域的比較

研究。國立臺灣大學。

六、陳璽年。2010。台灣潮間帶藤壺幼體供給之生態學研究：以黑潮笠藤壺於東北角之早期生活週期為例。國立臺灣大學。

七、王登科。2007。藤壺陰莖長度與密度之關係研究。國立中山大學。

八、台灣海洋生態資訊學習網。<https://reurl.cc/E7Nz3R>

九、華人百科網。<https://reurl.cc/Nj86VQ>

十、國立海洋科技博物館。<https://reurl.cc/7XAo55>

十一、自然與人文數位博物館。<https://reurl.cc/L3xdY4>

十二、科普學習資源。國立自然科學博物館。<https://reurl.cc/9EAXMY>

十三、李坤瑄。無所不粘的藤壺(上)(下)。<https://reurl.cc/KkzjVM>

附件一 延伸研究三-5：野外的鵝頸藤壺是否能看出離水距離不同個體的”柄”長差異呢？

(一) 方法：將野外發現有鵝頸藤壺的漂浮物放在潮池水面，挑選殼長相近的藤壺，測量”固著位置在水面上的”與”固著位置在水面的”藤壺柄長，找出離水距離與柄長是否有關連性。



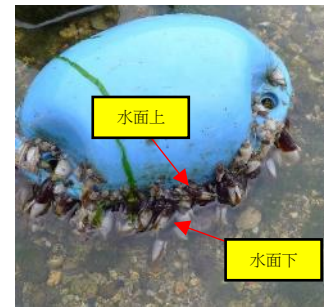
◎大的保麗龍浮球



◎大浮筒

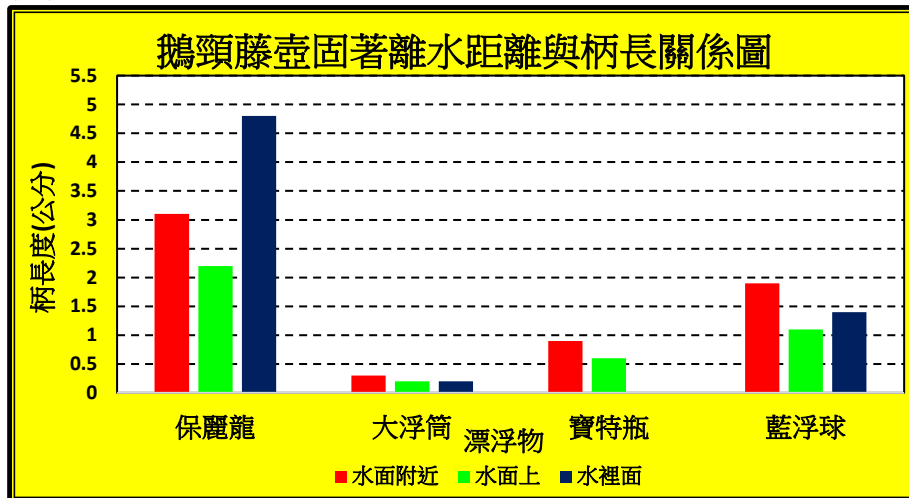


◎空寶特瓶



◎小浮球

(二) 結果：



(三) 討論：量測漂浮到潮間帶擱淺的漂浮物上鵝頸藤壺的柄長，大部分水面附近的鵝頸藤壺柄長是較長的，其次是水裡面，如果固著位置離水面較遠，那可能很容易乾死或餓死，而固著在比水面高一點的位置(綠色)，雖然殼是可以碰到海水，但牠們的柄長並沒有因此而長得比較長，看起來水面附近固著對牠們而言才是較理想的位置，可以隨時獲取水分與食物，離水太遠，則很難獲取水分與養分，柄要長長反而更難。

白色保麗龍上的鵝頸藤壺，水面下的柄長明顯長很多，我們也實際測試過，這個保麗龍浮桶不會翻面，也就是不管海浪怎麼衝擊，它最後都會回到原來姿勢，這使得水裡面(水

面下)的鵝頸藤壺不會變成在水面上，當然也就不會有碰不到海水的情況，這跟船底下鵝頸藤壺可以長很好應該是一樣的道理。

由於潮間帶鵝頸藤壺並不是很穩定可以發現，因此量測的數據有限，由現有的樣本看起來，漂浮物在水面附近確實鵝頸藤壺數量多，且很多柄長也都較其他位置的鵝頸藤壺來的長，如果可以量測更多樣本，或許能得到較明確的結果。

附件二 延伸研究四-3 鵝頸藤壺的蔓足在攝食行為上的探討

(一) 方法：

1. 將魚飼料灑在鵝頸藤壺的正上方，觀察牠有什麼反應。
2. 將紙片放在鵝頸藤壺的正上方，觀察牠有什麼反應。
3. 將魚飼料灑在離鵝頸藤壺遠一點的地方（約鵝頸藤壺一個身體長），觀察牠的反應。
4. 利用攝影機拍攝實驗過程。

(二) 結果：

表格二-1：飼料與紙片對鵝頸藤壺伸出蔓足的狀況

實驗位置	鵝頸藤壺正上方		較遠處	備註
實驗物品	魚飼料	紙片	魚飼料	
實驗前	正常伸縮蔓足	正常伸縮蔓足	正常伸縮蔓足	實驗前一切正常
實驗開始	劇烈伸縮蔓足	劇烈伸縮蔓足	正常伸縮蔓足	雖然紙片也造成劇烈伸縮蔓足，但之後還是將其吐出。



◎碰到飼料而產生劇烈反應



◎碰到紙片而產生劇烈反應



◎飼料較遠而無反應

(三) 討論：

1. 鵝頸藤壺似乎不是靠著「嗅覺」來覓食，因為如果牠是利用嗅覺來覓食的話，應該會對距離較遠的飼料有反應，而牠對紙片也有反應，更證明牠不是利用嗅覺來覓食的，而是利用「觸覺」來覓食的，也就是蔓足上的毛碰到漂浮物時，就會認為可能是食物而有比較劇烈的抓取反應。
2. 在經過影片仔細觀察後，發現鵝頸藤壺是利用內側較短的蔓足來進行「調整」的動作，利用外側較長的蔓足進行「撈」或「抓取」的動作。
3. 由此可見牠們是不會因為食物在附近而特別伸出蔓足或積極抓取，必須是蔓足有碰觸到才會反應。

【評語】 080308

本作品研究笠藤壺類及鵝頸藤壺之生物生態及探討其蔓足行為。

1. 野外調查採集對笠藤壺類的外觀變化、成長狀況及存活狀況觀察記錄詳盡，資料數據完整。
2. 對觀察到的生態現象也進行分析及討論並提出假設及問題，使整個作品呈現豐富的科學知識及教育性。
3. 水流沖擊的強度及角度對藤壺蔓足行為的影響，實驗設計有新意，結論明確。
4. 觀測藤壺的生態習性，並將教室內所觀測的結果回到海邊重新評估，用以比較所觀測的結果是否一致。而得到不同的結果時，也進行再次的確認及測試。本研究是一個非常不錯的學習過程呈現。但是，由於研究的目標偏多，且關聯性不強，雖然所得的數據量很大，可惜容易失焦。
5. 建議可以進行更深入的假說設定與實驗討論，也可嘗試思考應用發展的可能性，這些因素將可提升本研究的層次。

摘要

藤壺是潮間帶常見但又容易被忽略的固著性生物，我們透過對笠藤壺(*Tetraclita*)與鵝頸藤壺(*Pollicipes pollicipes*)在生物生態上的調查與實驗，進而分析牠們在蔓足行為上的差異。我們自行設計透明模板來替笠藤壺做記號，清點方框內易混淆的上百隻藤壺族群，另外也利用3D列印技術製造出10倍大的笠藤壺模型，了解到蔓足面對水流時，內部受刺激大，因此較易伸出蔓足。笠藤壺伸出蔓足的最佳條件是中強水流朝向蔓足，間歇性的沖擊，水流太弱或太強蔓足伸出都不明顯，因此蝙蝠洞的笠藤壺多數是背向大海，面向岩石回流的水來伸蔓足，若沒有完全面對水流，還可轉動蔓足來調整；而漂浮性的鵝頸藤壺因一直在海上漂動，很容易就伸縮蔓足，轉向主要依靠柄的擺動，使自己容易接觸海水。

壹、研究 生活在海邊附近的我們，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「火山」的東西，一開始還不知道到底是石頭還是生物，後來一問才知道是一種叫「藤壺」的生物。上網查了之後，發現藤壺又分很多類別哦！像那些固著在漂流物上，伸著神秘觸手的「海怪」，其實也是藤壺的一種！哇！都是藤壺可是看起來卻差那麼多，令人不禁想深入調查呢！

貳、研究目的

(一) 笠藤壺類之生物生態研究

(三) 鵝頸藤壺之生物生態研究

美「笠」天「鵝」壺

(二) 笠藤壺類之蔓足行為研究

(四) 鵝頸藤壺之蔓足行為研究

1. 外觀特徵；2. 成長狀況；3. 存活狀況；4. 固著位置；5. 殼口破損是否影響？6. 空殼可以繼續固著嗎？7. 新舊世代固著分佈。

1. 外觀特徵。2. 哪裡找得到？3. 在漂浮物上分佈狀況。4. 固著位置與水面關係？5. 柄長與水面距離關係？6. 是否會在潮間帶固著？7. 鵝頸藤壺到潮間帶命運

1. 伸蔓足時機(水流、飼料、水流強度、間歇水流、水流方向、3D模型實驗)；
2. 蔓足是否因特殊因素而轉向。

1. 伸蔓足時機(水流、飼料、水流強度)；
2. 蔓足是否因特殊因素而轉向(水流、飼料)？

參、研究設備及器材 一、實驗室飼養(30公分水族箱數組、檯燈、海水大水箱等) 二、攝影實驗組(攝影機、相機、腳架) 三、體長實驗組(游標尺、培養皿、淺盤子) 四、野外調查採集(方框、鐵鎚、錐子) 五、族群調查(透明方框模組) 六、蔓足實驗組(馬達、90公分魚缸) 七、3D列印機組

肆、研究過程、方法、研究結果及討論

研究一-1、笠藤壺類之生物生態研究—基本外觀



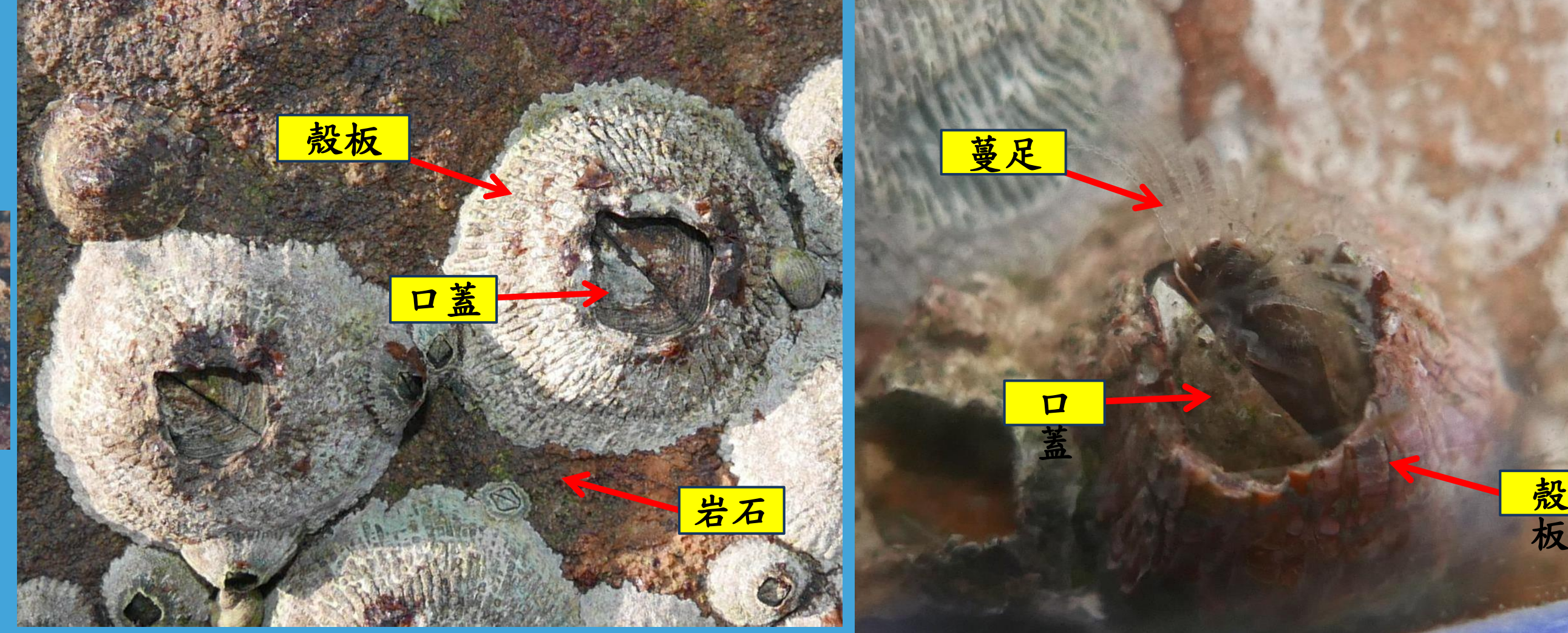
(三) 發現與討論：在東北角蝙蝠洞潮間帶設定的實驗區域內，發現都是屬於固著性的藤壺，共記錄四種藤壺，分別為美麗笠藤壺、黑潮笠藤壺、東方小藤壺及龜爪藤壺，外型與棲息環境都有些許不同。

研究一-2、笠藤壺類之生物生態研究—成長狀況

(一) 方法：1. 在潮間帶分別標記10隻不同大小的笠藤壺(包含黑潮笠、以及可做比較的東方小藤壺)，每月2-3次量測牠們的大小(包含底部直徑、殼高、開口直徑—長與短)。



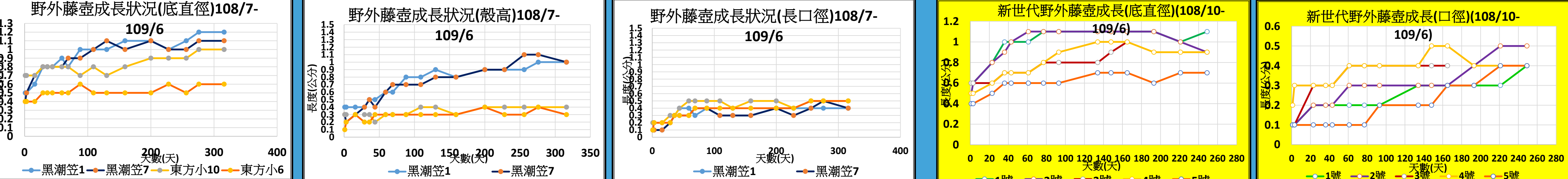
◎編號1,2黑潮笠藤壺 ◎編號9,10東方小藤壺 ◎量測大小



2. 方框族群調查中，發現十月初有新的小藤壺進來，方框具有比例尺，因此可以利用電腦瀏覽照片時進行測量，殼高不易量，但殼底直徑、殼口直徑都可以量測，以口蓋裂縫為基準測量，每月不定期拍照量測。



◎10月初發現小藤壺 ◎四個月後明顯變大 ◎利用方框比例測量



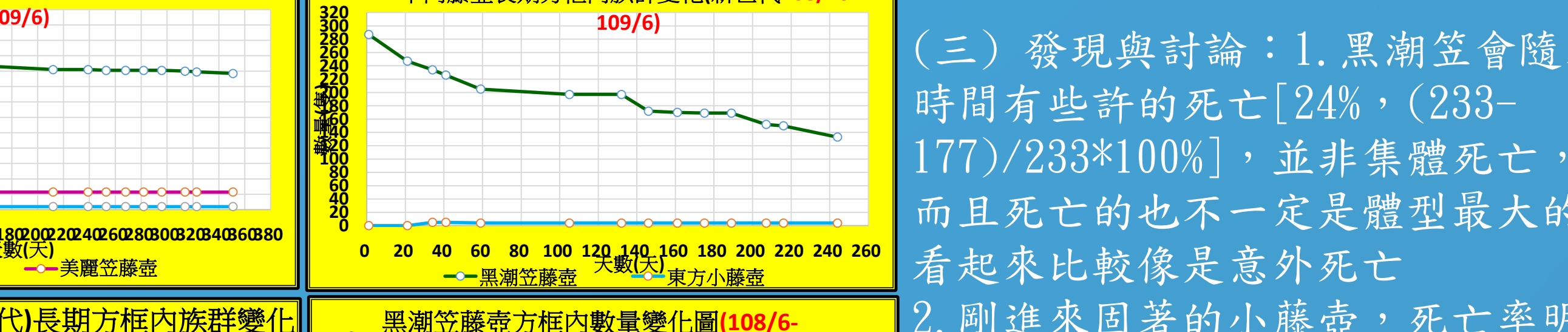
(三) 發現與討論：1. 黑潮笠藤壺(笠藤壺科)，底部直徑與殼高隨時間都有增加的趨勢，但外型較扁平的東方小藤壺(小藤壺科)，雖然底部直徑也有微微上升，不過殼高則沒有太大變化。 2. 新世代的個體成長雖然緩慢，但長期來看是穩定在增加的，同時此時的殼口也會有跟著變大的趨勢。

研究一-3、笠藤壺類之生物生態研究—存活狀況(方框族群)

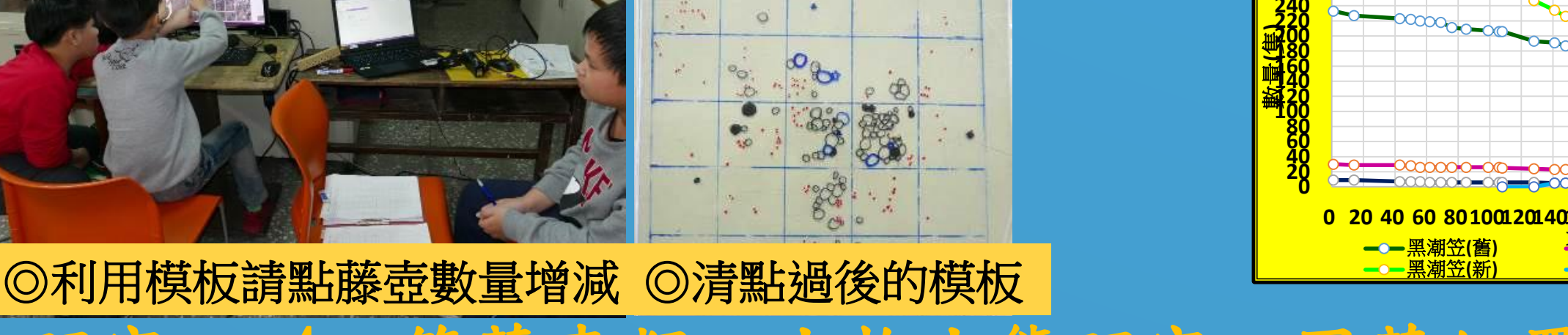
(一) 方法：1. 利用50*50(cm)的方框在潮間帶選定兩個位置架設，並標記方框四個點，以便日後可以確認位置，長期觀察記錄，每月2-3次方框拍照。 2. 利用電腦螢幕，清點方框中，每個格子有多少藤壺(黑潮笠、美麗笠、東方小、龜爪)。3. 製作透明模板，提高清點準確度。



◎方框一區域 ◎清點格子內數量 ◎製作透明模板



◎不同藤壺長期方框內族群變化(舊世代108/6) ◎不同藤壺長期方框內族群變化(新世代108/10)



◎藤壺(新舊世代)長期方框內族群變化 ◎黑潮笠藤壺方框內數量變化圖(108/6)

(三) 發現與討論：1. 黑潮笠會隨著時間有些許的死亡[24% (233-177)/233*100%]，並非集體死亡，而且死亡的也不一定是體型最大的，看起來比較像是意外死亡。 2. 剛進來固著的小藤壺，死亡率明顯較高，特別是固著後的前兩個月，數量由287減少到205(死亡率28%)，且接下來的半年多，數量仍有下降的趨勢，似乎尚未穩定下來。

研究一-4、笠藤壺類之生物生態研究—固著位置(位置、材質)

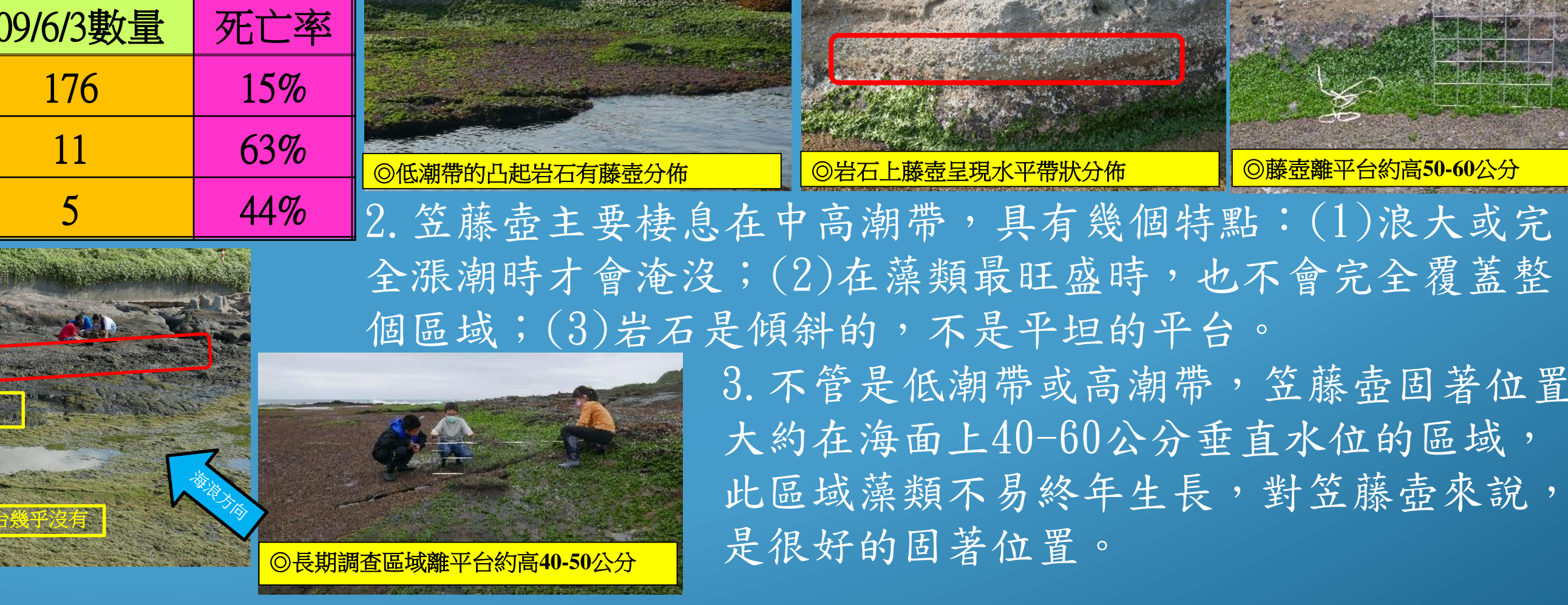
(一) 方法與結果：1. 材質上的差異，不管是岩石或生物硬殼，牠們都可能固著生長。

固著材質	108/6/19數量	109/6/3數量	死亡率
岩石	207	176	15%
藤壺殼	30	11	63%
牡蠣殼	9	5	44%



◎固著在岩石上 ◎固著在藤壺殼上 ◎固著在牡蠣殼上

★接近亞潮帶的突起岩石有明顯的藤壺聚集區塊(約50-80cm高)



◎低潮帶的突起岩石有藤壺分佈 ◎岩石上藤壺呈現水平帶狀分佈 ◎藤壺離平台約高50-60公分

2. 笠藤壺主要棲息在中高潮帶，具有幾個特點：(1)浪大或完全漲潮時才會淹沒；(2)在藻類最旺盛時，也不會完全覆蓋整個區域；(3)岩石是傾斜的，不是平坦的平台。 3. 不管是低潮帶或高潮帶，笠藤壺固著位置大約在海面上40-60公分垂直水位的區域，此區域藻類不易終年生長，對笠藤壺來說，是很好的固著位置。

研究一-5、笠藤壺類之生物生態研究一般口破損是否有影響？

(一) 方法與結果：



日期	實驗組：編號1-2	對照組：編號1-3
	黑潮笠數量	黑潮笠數量
108/10/5(第1天)	16	17
109/6/3(第245天)	10	14
死亡率	37%	18%

(二) 發現與討論：死亡率雖然是2倍高於沒有剪殼的，不過剪殼死亡的6隻藤壺並非同時死亡，而是在長達8個多月時間陸續死亡，因此，影響並沒有想像中的大。

研究一-6、笠藤壺類之生物生態研究一空殼可以繼續固著嗎？

(一) 方法與結果：



空殼天數	0-10	11-20	21-30	31-40	41以上
數量	13	7	3	3	2

(二) 發現與討論：岩石上的空殼，大多在10天左右會脫落，雖然也有超過一個月，但數量較少，我們發現空殼附著較久的，大多是旁邊還有其它活的藤壺，或許周圍有藤壺可以黏住這空殼，讓這空殼不至於被沖擊而脫落。

研究一-7、笠藤壺類之生物生態研究一新舊世代固著分布

(一) 方法與結果：

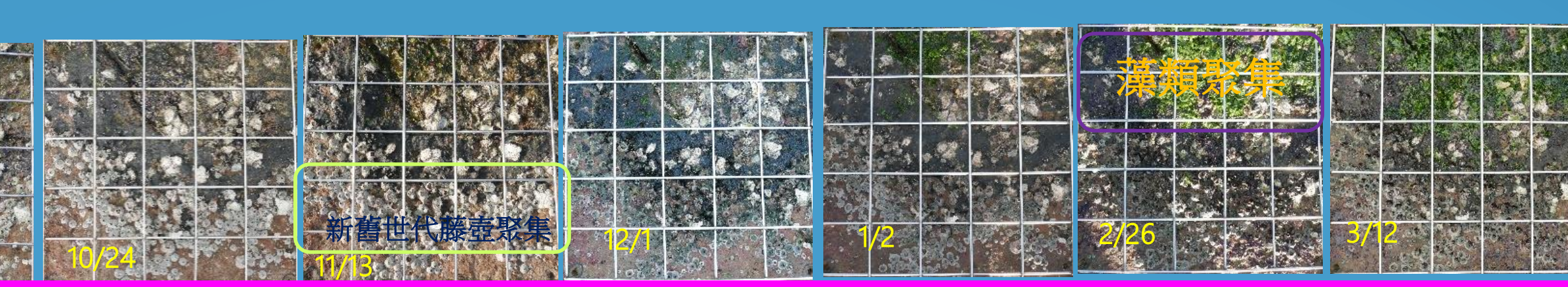
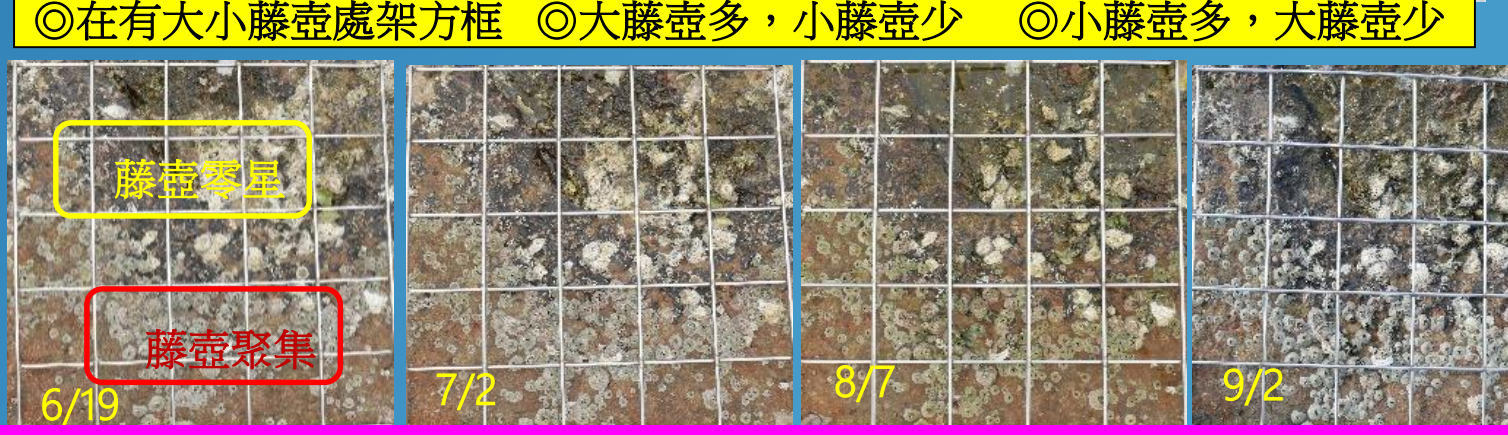


大藤壺數量(方格內)	0	1	2	3	4	5	6	7
小藤壺平均數量(方格內)	14	14	7	8	7	2	3	0

※但真是如此嗎？...

2. 藤壺大量固著的地方是退潮時比較乾燥的，也是藻類比較少的，是否是因為藻類容易生長的地方，浮游期的藤壺就不易固著呢？

3. 再回顧我們研究一-3的棲息環境(6/19~3/12)，在藻類多的地方，藤壺就比較少固著。



※藻類多的地方，藤壺就比較少固著，與新舊世代並沒有太大關係，在藻類不多的地方，一樣可以與舊世代固著在一起。

研究二-1、笠藤壺蔓足行為研究—蔓足伸出時機(有無水流)

(一) 方法與結果：



經過時間(分鐘)	一	二	三	四	五
口蓋打開數量(總數65)	7	14	4	2	3
	21	5	7	3	5

(二) 發現與討論：在無水流跟小水流情況下，都不會伸出蔓足，不過口蓋打開狀況有些不同，有水流時，笠藤壺很快便會打開口蓋，而沒有水流情況下，雖然立即反應不明顯，不過時間久了一樣會打開口蓋，但都沒有伸出蔓足。

研究二-2、笠藤壺蔓足行為研究—蔓足伸出時機(有無飼料)

(一) 方法與結果：



實驗樣本數(隻)	第一次	第二次	第三次	第四次	總數
無水流下伸蔓足數量	0	0	0	0	0
加飼料(隻)	0	0	0	0	0

(二) 發現與討論：1. 不管有沒有放飼料，笠藤壺都沒有任何反應，且口蓋也沒有特別活絡的挪動。2. 一般的飼料容易結成團漂浮，不易到笠藤壺口蓋，且這類飼料很容易在海水中腐敗，後來改用日本進口顆粒細小的魚飼料，不過仍然沒見到有伸蔓足的笠藤壺。

研究二-3、笠藤壺蔓足行為研究—蔓足伸出時機(不同水流強度)

(一) 方法與結果：



水流強度	種類	總樣本數	只伸一次	蔓足半伸	蔓足全伸
強(5cm)	美麗笠	10	6	2	0
	黑潮笠	50	0	0	1
中(15cm)	美麗笠	10	1	1	0
	黑潮笠	50	0	2	2
弱(25cm)	美麗笠	10	0	0	0
	黑潮笠	50	0	1	4

(二) 發現與討論：1. 利用較大馬力的馬達果然讓一些笠藤壺伸出蔓足，數量較少的美麗笠藤壺在強水流時，似乎反應較明顯，不過大部分都只伸出一隻(有6隻)，至於數量較多的黑潮笠藤壺似乎在中弱水流時，伸蔓足的比例比較高一些，顯然也不是水流越強越容易促使牠們伸出蔓足。

研究二-4、笠藤壺蔓足行為研究—蔓足伸出時機(間歇水流)

(一) 方法與結果：



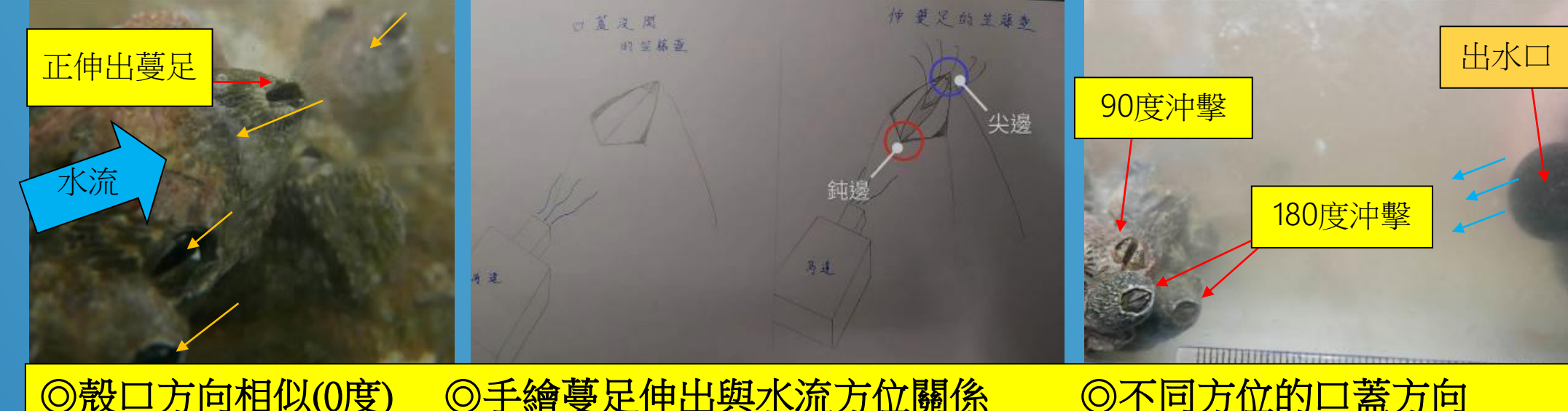
水流強度	種類	總樣本數	只伸一次	蔓足半伸	蔓足全伸
強(5cm)	美麗笠	10	0	0	8
	黑潮笠	50	0	2	6
弱(25cm)	美麗笠	10	0	3	0
	黑潮笠	50	0	1	6

(二) 發現與討論：在間歇水流下，伸出蔓足的比例是提高了，以美麗笠藤壺為例，5公分強水流時，水流不間歇是0/10，但間歇情況下則是8/10，這不但解釋了為什麼我們之前24小時錄影，馬達持續沖擊，仍沒有見到伸出蔓足的原因，同時符合野外實際狀況。

我們觀察野外的海浪，也是大約5-10秒會有一波浪沖擊，使牠們每5-10秒受到瞬間的水流，這似乎是比較容易讓笠藤壺產生反應而伸出蔓足。

研究二-5、笠藤壺蔓足行為研究—蔓足伸出時機(水流角度)

(一) 方法與結果：



實驗編號	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	平均
0度	3/4	2/6	3/7	2/4	2/8	4/11	4/6	2/7	2/3	5/10	47%
90度	1/4	0/3	1/3	0/1	1/4	0/2	1/7	0/1	1/3	1/8	14%
180度	0/2	0/2	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	1/7	0/1	0/7	3%

(二) 發現與討論：在口蓋開口面對水流(0度)被沖擊的情況下，伸出蔓足的比例是比較高的，背對水流(180度)，進行的幾隻大部分都是沒有伸出蔓足，目前看起來，水流方向是有影響到牠們伸出蔓足的可能性。

研究二-6、笠藤壺蔓足行為研究—蔓足伸出時機(3D列印製作藤壺模型模擬水流沖擊)

(一) 方法與結果：

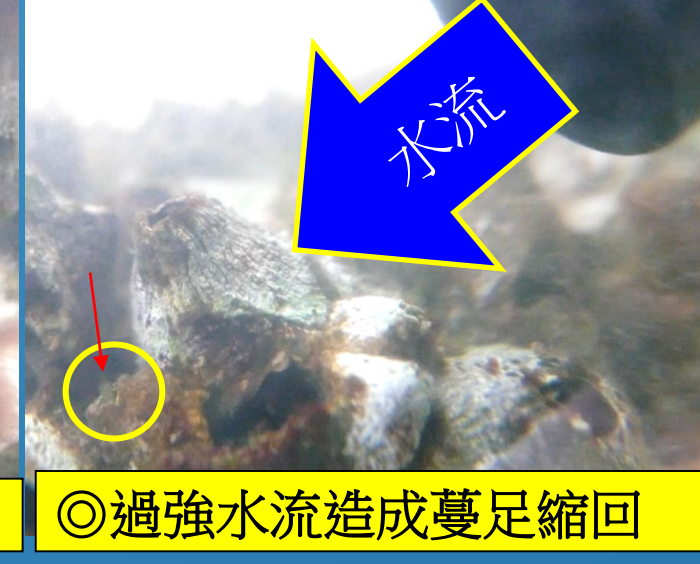
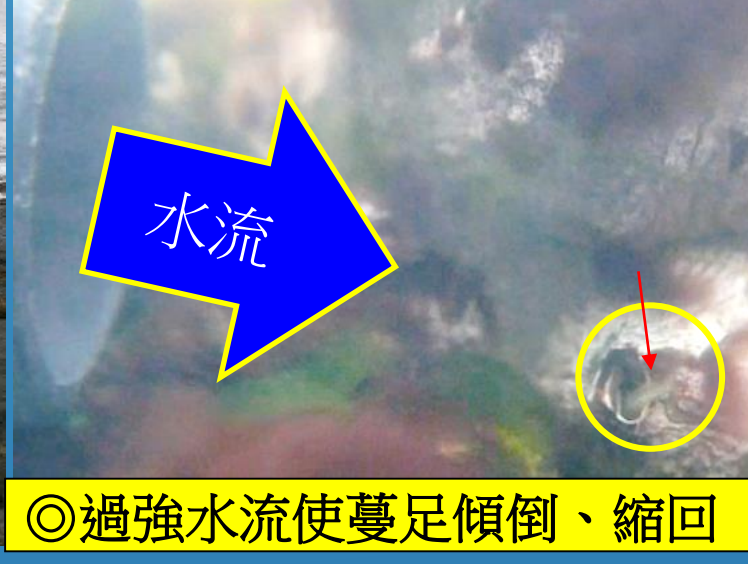
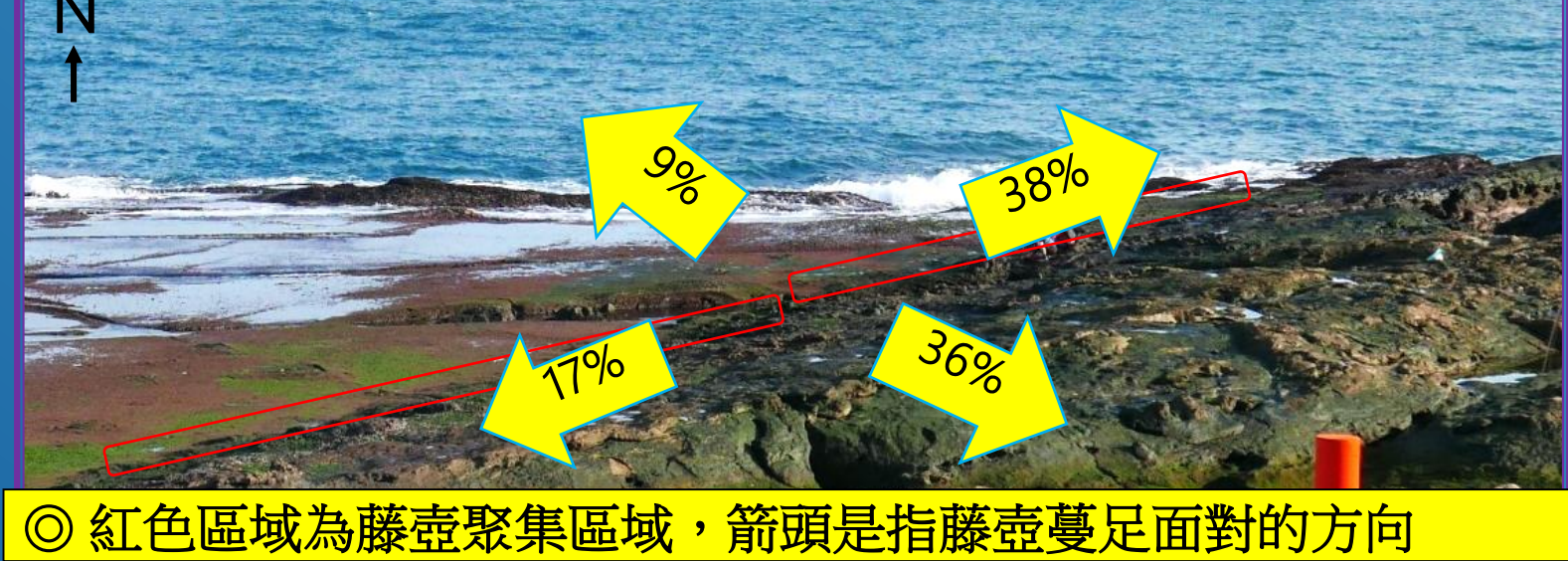


馬達距離(Cm)	5cm	10cm	20cm	30cm
模型角度(度)				
0	1	1	1	1
90	2	1	X	X
180	X	X	X	X

(二) 發現與討論：在0度面對水流時，水流對藤壺內部的刺激是比較大的，因此在0度沖擊時，藤壺伸出的蔓足比例是最高的(47%)。

※那野外藤壺的方向是否也符合這條件呢？

★結論：



蔓足的伸出需要有一定強度的間歇水流刺激，但對於太強的水流，則容易使伸出的蔓足整個傾倒，不但失去抓取食物的功效，而且可能受傷，傾倒的蔓足不容易縮回，而當水流一停時，牠們便趁機縮回不再伸出，直到馬達退到5-10公分，使水流不再那麼強大時，笠藤壺才會再伸出蔓足。

研究二-7、笠藤壺蔓足行為研究—笠藤壺蔓足是否因特殊因素而轉向？

(一) 方法與結果：



樣本14隻	完全轉向水流	轉向一半	沒轉向水流
馬達啟動	12隻(86%)	1隻(7%)	1隻(7%)
三分鐘後	12隻(86%)	1隻(7%)	1隻(7%)
馬達換邊	10隻(71%)	4隻(29%)	0隻(0%)

(二) 發現與討論：當水流側面沖擊時，笠藤壺有時也會伸出蔓足，此時牠們的蔓足會有明顯轉向水流的現象，而當我們將馬達換到另外一面時，大部分伸出蔓足的藤壺，又會將蔓足轉向水流方向，這應該會很有利於牠們抓取更多浮游物質。

研究三-1~2、鵝頸藤壺之生物生態研究--基本外觀及哪裡找得到



(一) 方法與結果:



(二) 發現與討論：潮間帶發現的鵝頸藤壺大部分都是跟著漂流物到達高潮帶位置(低潮帶很少遇到)，不過也不是每次去都能見到，看不太出來是特定季節或是特定海流才會將牠們沖進來，因為目前發現牠們並沒甚麼週期性。

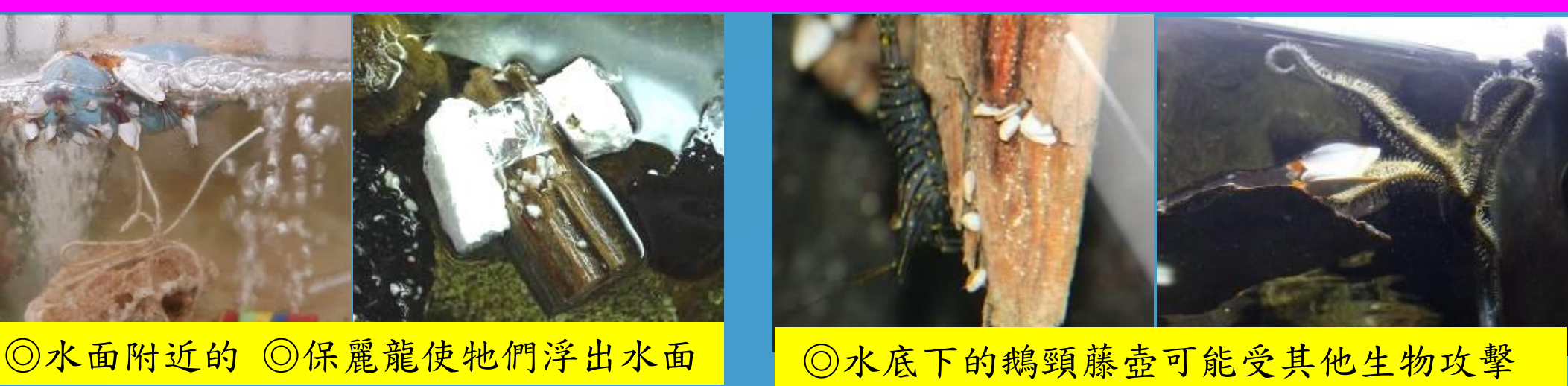
研究三-3~4、鵝頸藤壺之生物生態研究--在漂浮物上分佈狀況及固著位置與水面關係

(一) 方法與結果:



(二) 發現與討論：1. 不管是哪一種漂浮物(寶特瓶、木頭、浮球...)，在粗糙面、凹陷處或有縫隙的地方，鵝頸藤壺聚集都會比較多。2. 野外觀察到的鵝頸藤壺，不管附著在何種漂浮物，幾乎都是在水面附近最多。

※除了漂浮物可能翻面的問題之外，是否還有其它原因，讓牠們比較少居住在水底下呢？



研究三-5、鵝頸藤壺之生物生態研究--柄長與水面距離關係

(一) 方法與結果:



	離水面較遠		在水面附近	
	柄長	殼長	柄長	殼長
第1天	0.7	1.5	0.5	0.9
第40天	0.7	1.5	0.5	1

的鵝頸藤壺柄長是較長的，其次是水裡面，如果固著位置離水面較遠，那可能很容易乾死或餓死。

研究三-6~7、鵝頸藤壺之生物生態研究--是否會在潮間帶固著？以及到潮間帶的命運

(一) 方法與結果:



(二) 發現與討論：1. 長期調查後(108/10-109/6)，並無發現任何固著跡象，看起來鵝頸藤壺並不會像笠藤壺一樣，進到潮間帶來固著。2. 進到潮間帶的鵝頸藤壺，受潮間帶不規則地形影響，很容易被沖到高潮帶，甚至飛沫帶，遭太陽曝曬死亡，或受海浪強力拍打脫落，也可能在潮池內受其它潮間帶生物攻擊而難逃死亡的命運。

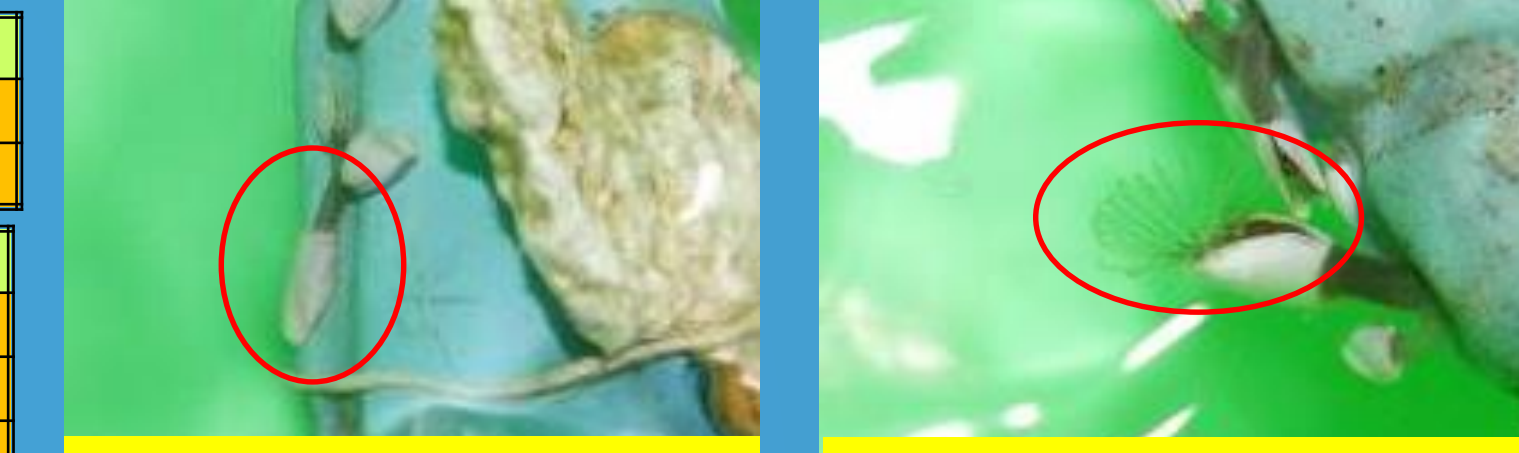
研究四-1~2、鵝頸藤壺蔓足行為研究--蔓足伸出時機(有無水流及不同水流強度)

(一) 方法與結果:



水流	殼沒開	伸一半	全伸	收縮抓取
無水流(共71隻)	8(11%)	13(18%)	24(34%)	26(37%)
有水流(共32隻)	2(6%)	0(0%)	15(47%)	15(47%)

水流強度	殼沒開	伸一半	全伸	抓取
強(5cm)(共15隻)	10(67%)	2(13%)	3(20%)(沖歪)	0(0%)
中(15cm)(共13隻)	6(46%)	2(15%)	5(38%)	0(0%)
弱(25cm)(共13隻)	5(38%)	1(8%)	6(46%)	1(8%)



(二) 發現與討論：1. 鵝頸藤壺在無水流時就會伸蔓足，只是沒有激烈收縮，當有水流時，鵝頸藤壺有較明顯的伸縮，原本半伸的會伸得更大一些，可見得水流確實是有促使牠們伸縮蔓足。2. 在強水流下，鵝頸藤壺反而不容易伸出蔓足。

研究四-3、鵝頸藤壺蔓足行為研究--蔓足伸出時機(食物)(水流)

(一) 方法與結果:



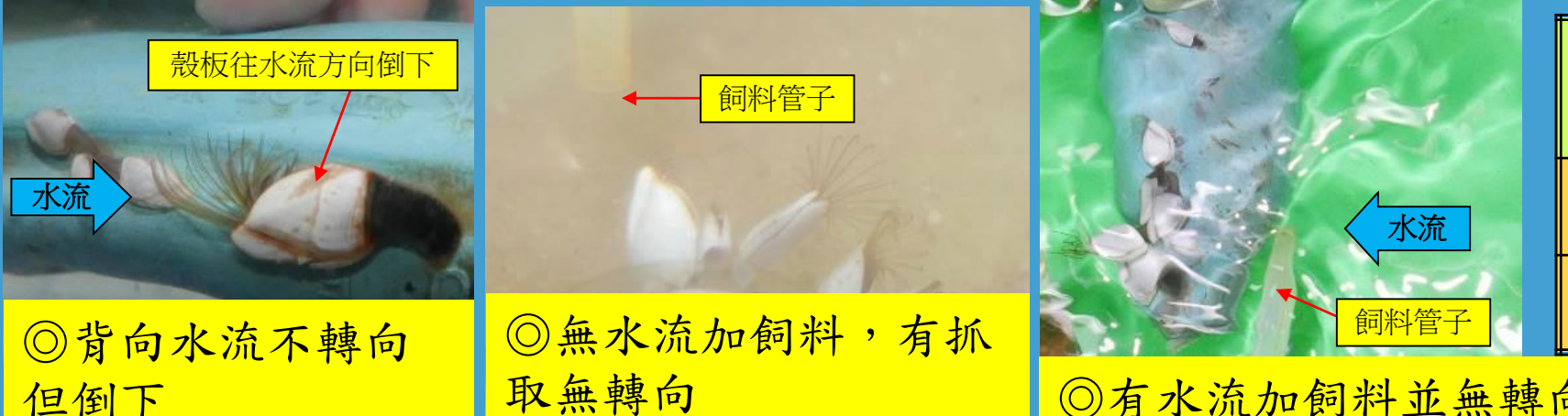
水流	飼料	殼沒開	半伸	全伸	抓取
無	無	8(47%)	6(35%)	2(12%)	1(6%)
無	有	7(41%)	1(6%)	2(12%)	7(41%)

水流強度	殼不開	伸一半	全伸	抓取
強(5cm)(共16隻)	13(81%)	3(19%)	0(0%)	0(0%)
中(15cm)(共32隻)	23(72%)	5(16%)	9(28%)	0(0%)
弱(25cm)(共32隻)	13(41%)	0(0%)	19(59%)	0(0%)

(二) 發現與討論：1. 物對鵝頸藤壺的蔓足反應是有影響的，但必須有碰觸到。2. 不管有沒有飼料，水流太強並不容易讓鵝頸藤壺伸出蔓足，反而在比較弱水流時，全伸蔓足的數量會比較多。3. 鵝頸藤壺蔓足的行為受水流影響是較大的，與笠藤壺結果相似。

研究四-4、鵝頸藤壺蔓足行為研究--蔓足是否因特殊因素而轉向？

(一) 方法與結果:



轉向狀況	頸部轉向	蔓足轉向	不轉向	說明
水流刺激(15隻)	5(33%)	4(27%)	6(40%)	水流過大無反應
飼料刺激(18隻)	2(11%)	0(0%)	16(89%)	



(二) 發現與討論：1. 鵝頸藤壺蔓足沒有像笠藤壺有那麼明顯的轉向行為，可能是因為在漂浮物上，方向本來就一直轉來轉去，沒有必要再做轉向的動作，而特殊的”柄”的構造，可以做彎曲、倒下的動作，也是另一種方式的轉向水流方向，且大部分是利用柄的擺動來整個轉向，並非全靠蔓足。



伍、結論：
一、固著在岩石上的笠藤壺與漂浮物上鵝頸藤壺，因各種生物與非生物因素，造成牠們在蔓足上的行為也有很大的不同，總結如下：

	笠藤壺	鵝頸藤壺
1.外觀特徵	火山型體殼，殼口有四片口蓋	五片白色殼版，有一明顯的柄
2.固著物	岩石或岩石上的生物殼	各種漂浮物
3.棲息區域	接近中高潮帶岩石，約在綠藻區域上方	外海，但可能隨著漂浮物被海水沖到高潮帶
4.成長(潮間帶)	緩慢，底直徑約可成長0.7公分殼高約成長0.5公分(8個月)	很難成長
5.族群變化	約有23%死亡率(8個月)，十月時則有新世代固著	沒有明顯週期會到潮間帶，而到潮間帶的幾乎都會死亡
6.蔓足伸出時機	(1)中強水流 (2)水流間歇 (3)蔓足方向朝向水流	(1)小水流 (2)有碰到海水
7.固著方向	背向大海，朝向岩石上方	漂浮物上在水面附近
8.蔓足轉向	伸出時，會明顯轉向海流	不明顯，但柄經常會翻轉

2. 為什麼依靠柄來擺動，我們認為對於鵝頸藤壺來說，當固著的漂浮物翻面時，會使原本在水面下的鵝頸藤壺變成在水面上，這時可以利用柄的彎曲或傾倒，讓牠們可以不要脫離海水太遠。

陸、參考資料及其他
一、陳國勤 李坤瑄。2007。台灣的藤壺。國立自然科學博物館。
二、陳育賢。2001。海岸生物(二)(三)-台灣潮間帶生物700種(二)。渡假出版社有限公司。
三、陳揚文。2011。一個潮池的秘密。行人文化實驗室。
四、許坤瑄等人。2011年。漂流木上的怪客-鵝頸藤壺之研究。基隆市100學年度國民中小學科學展覽。
五、王中賢。2012。黑潮笠藤壺和美麗笠藤壺之生殖週期在台灣黑潮流域及東海海域的比較研究。國立臺灣大學。
六、陳豐年。2010。台灣潮間帶藤壺幼體供給之生態學研究：以黑潮笠藤壺於東北角之早期生活週期為例。國立臺灣大學。
七、王登科。2007。藤壺殼長與密度之關係研究。國立中山大學。
八、台灣海洋生態資訊學習網。
http://study.nmmba.gov.tw/Modules/ClassRoom/articleShow.aspx?ItemID=273&main=%E6%B5%B7%E6%B4%8B%E7%94%9F%E7%89%A9%E7%94%9F%E6%85%8B%E7%BF%92%E6%80%A7&cate=%E7%94%B2%E6%AE%BC%E9%A1%9E%E7%94%9F%E6%85%8B&flag=9&TabID=25
九、華人百科網。
https://www.itsfun.com.tw/%E9%B5%9D%E9%A0%B8%E8%97%A4%E5%A3%BA/wiki-4652646-4519426
十、國立海洋科技博物館。
http://mscloud.nmst.gov.tw/chhtml/opencontenttab.aspx?tid=187
十一、自然與人文數位博物館。
http://digimuse.nmns.edu.tw/Demo_2011/NewModule.aspx?objId=0b0000181a9fe32&ParentID=0b00000181a9fe32&Type=&Part=&Domain=az&FileId=ar&Language=CHI
十二、科普學習資源。國立自然科學博物館。
http://edresource.nmns.edu.tw/ShowObject.aspx?id=0b1d9d8160b81d9d2990b819d5e82
十三、李坤瑄。無所不粘的藤壺(上)(下)。https://e-info.org.tw/topic/fspecies/2002/fs02042301.ht