

中華民國第 53 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 生物科

080306

潮間帶的連體蜈蚣—陽燧足之觀察與研究

學校名稱：基隆市中正區八斗國民小學

| | |
|-----------------------------------------------|-----------------------------|
| 作者： 小六 王奕翔 小六 蔡欣翰 小六 杜庭宇 | 指導老師： 陳昇祿 李佳俊 |
|-----------------------------------------------|-----------------------------|

關鍵詞：陽燧足、潮間帶、再生

作品名稱：潮間帶的連體蜈蚣—陽燧足之觀察與研究

摘要

陽燧足是一種生活在低潮帶的棘皮類動物，有五隻帶有硬棘的腕足，以生物的屍體、殘渣和有機物為食。平常都是躲在石縫、石洞中，會露出兩、三隻腕足在水中隨意撈動，讓牠們不用出縫也可以覓食，但在嗅到腥味重的食物時，就會爬出石縫。對較大的食物，會用腕足勾進口器；較小的食物，則用腕足底下的管足吸附、運送。

陽燧足雖有再生能力，但僅在腕足橫切面上會再生，身體的部分只能癒合，無法再生，斷裂部分的腕足只會變粗，不會增長，而再生的腕足成長速度會較正常腕足快，讓五隻腕足最後還是能呈現接近等長狀態。

雖然陽燧足是一種很常見的生物，但卻可以在潮間帶中擔任清潔者的工作，也是一種我們容易親近並了解的生物，值得大家去觀察與認識。

壹、研究動機

去年暑假，自然老師帶我們到附近的潮間帶尋找生物，我們看到了許多生物，有海兔、石鱉、藤壺等生物，其中，讓我們感到最特別、最有興趣的就是【陽燧足】。因為陽燧足腳黑黑的，身體都躲在石縫裡，為什麼陽燧足要躲進石縫裡呢？讓我們感到很好奇，於是開始研究「陽燧足」這種生物。

貳、研究目的

- 一、想知道在怎樣的環境可以找到陽燧足？以及牠的基本外部構造。
- 二、陽燧足選擇的居住環境。
- 三、想瞭解陽燧足會不會離開石縫？在什麼情況下會離開？
- 四、潮間帶不同區域的陽燧足都是同一種嗎？
- 五、想知道海水鹽度對陽燧足的影響。
- 六、想知道海水溫度對陽燧足的影響。
- 七、陽燧足的攝食行為。
- 八、陽燧足的再生情況。
- 九、不同色光對陽燧足的影響。

參、實驗器材

- 一、水族箱：25.5 公分水族箱兩個、70 公分水族箱一個、小石塊、小生物等
- 二、攝影：攝影機、相機、腳架
- 三、出去潮間帶：水管、水桶、杯子
- 四、鹽度計、溫度計
- 五、玻璃紙、手電筒

肆、研究過程、方法、研究結果及討論

研究一、在怎樣的環境可以找到陽燧足？以及認識牠的基本外部構造。

(一) 目的：想知道在怎樣的環境容易找到陽燧足？以及有哪些特殊構造？

(二) 方法：

1. 選擇退潮而且天氣狀況良好的時間，到潮間帶進行觀察與記錄，清點海蝕平臺和碎石區陽燧足數量。



圖 1-1：海蝕平臺全景



圖 1-2、1-3：野外陽燧足躲在石縫中

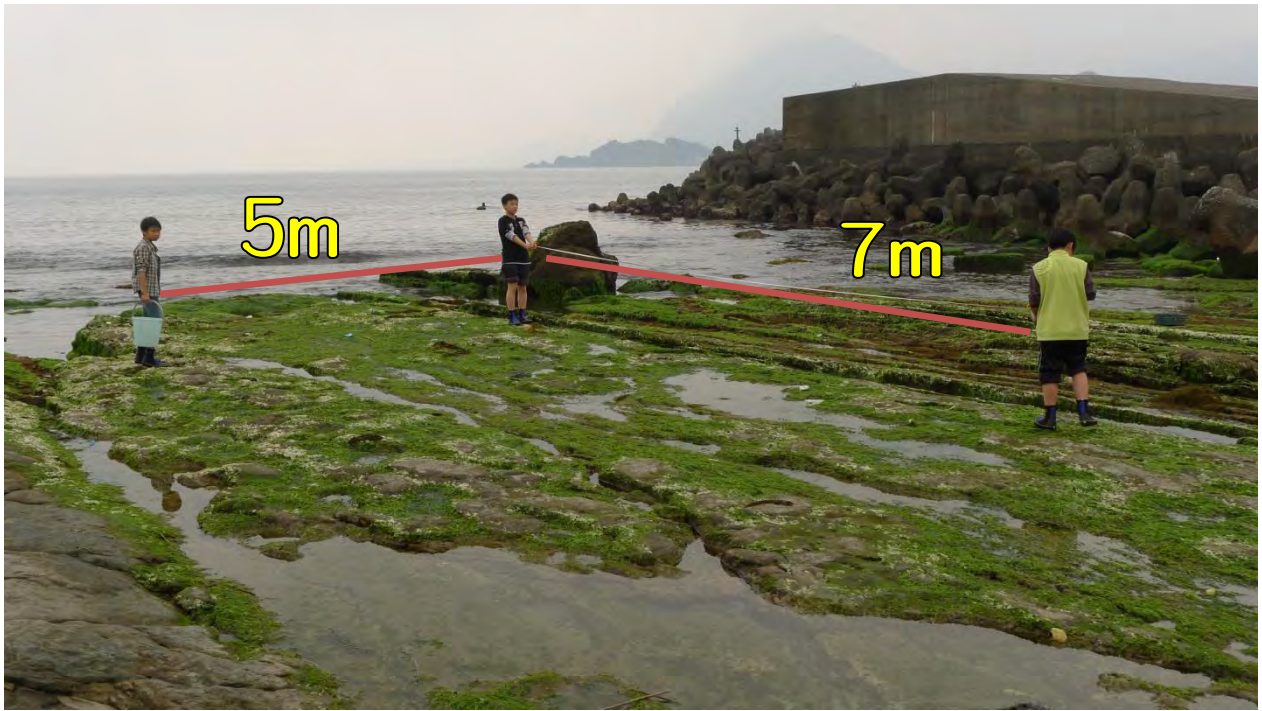


圖 1-4 平台區面積(7m*5m)

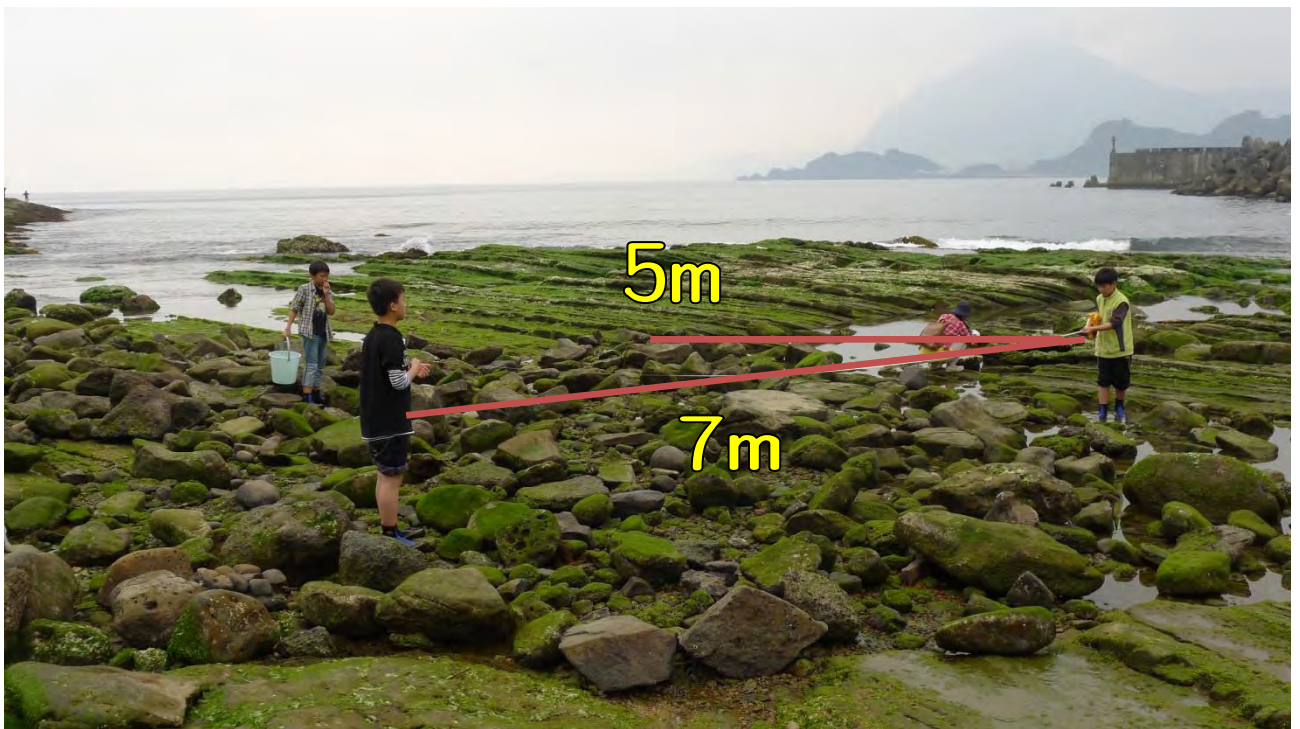


圖 1-5 碎石區面積(7m*5m)

(三) 結果：

1. 海蝕平臺的陽燧足主要棲息在低潮帶，有時可以在潮池中發現。碎石區的陽燧足主要棲息在低潮帶的石頭下，數量比海蝕平臺少。

表 1-1：不同區域的調查結果

| 日期 實驗區域 | 101/5/24 | 101/5/25 | 101/7/24 | 101/10/10 | 平均 |
|-------------------|----------|----------|----------|-----------|------|
| 海蝕平臺(面積 約:5*7) | 54 隻 | 61 隻 | 49 隻 | 56 隻 | 55 隻 |
| 碎石區(面積 約:5*7) | 4 隻 | 6 隻 | 3 隻 | 10 隻 | 6 隻 |

2. 陽燧足的基本外觀

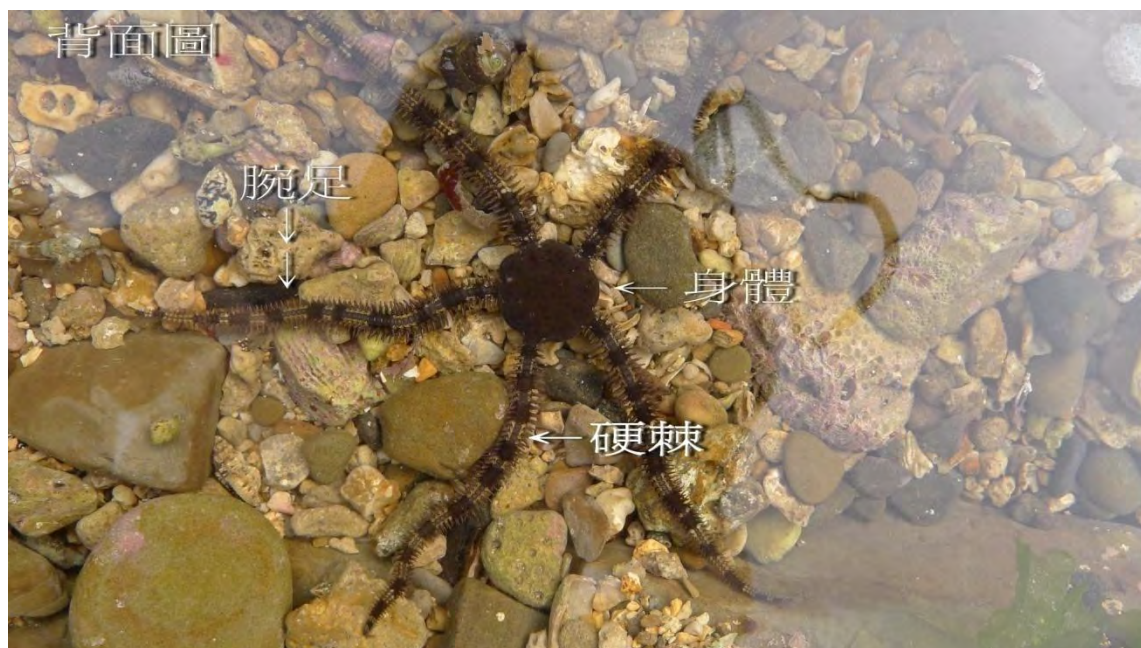


圖 1-6: 陽燧足的背面構造圖



圖 1-7：陽燧足的腹面構造圖

陽燧足是棘皮類的生物，與海星接近，但腕足較細長。身體是圓形的，背面摸起來像是有了一層砂紙覆蓋著。腹面有一個洞，用於排泄與進食，是由五條裂縫構成的。身體外圍有五隻腕足，腕足背面有凸起的硬棘，腹面有兩排管足，會伸縮。

(四) 發現與討論：

1. 海蝕平臺的陽燧足比碎石區數量多，推測可能是因為海蝕平臺的結構是由一整片的岩層連在一起，有一些裂縫給牠們居住，海浪不易改變結構，所以牠們可以卡在裂縫裡不會被海浪沖走；碎石區的結構是由許多大大小小的石塊組成的，海浪較容易讓石塊鬆動或翻滾，然而陽燧足本身並沒有很強的吸附能力，所以海浪比較容易把牠們沖走。

研究二、陽燧足選擇的居住環境

(一) 目的：想了解底棲的陽燧足對地面材質是否有選擇性，還是以上端的石頭為選擇依據。

(二) 方法(1)：

1. 用紫水晶、珊瑚石、沙子、黑粗石鋪在魚缸的四個地方，再放四個不同的石頭在沙石上，把陽燧足放在魚缸的中間，讓陽燧足自己選擇爬行路線到石頭下，觀察並記錄。
2. 在早上和中午觀察並記錄牠們的數量，數完後就再把它們放在魚缸的中間，讓陽燧足自己選擇爬行路線到石頭下。

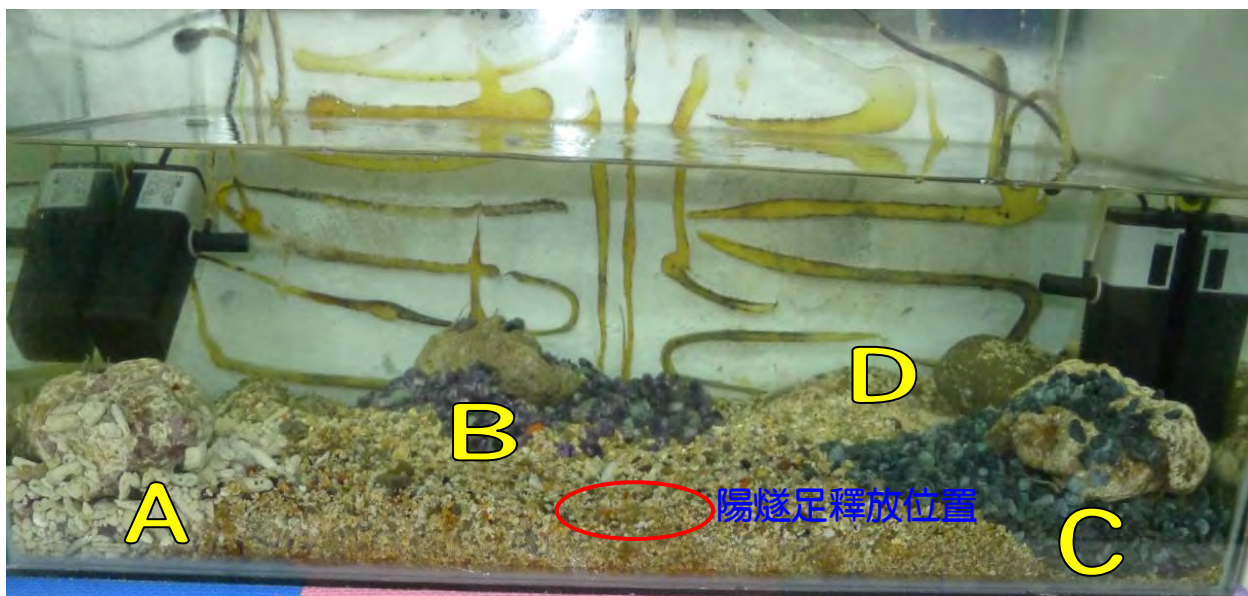


圖 2-1：環境實驗的布置（A 為碎珊瑚石 B 為紫水晶 C 為黑粗石 D 為小沙石）

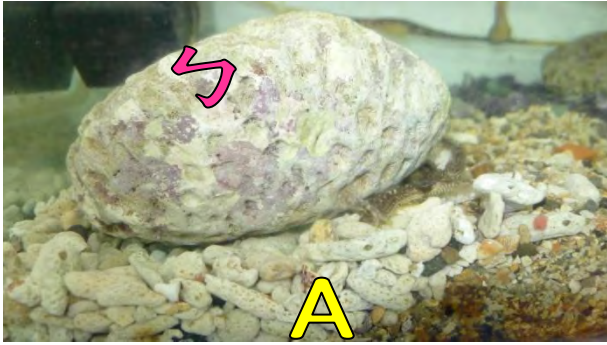


圖 2-2：珊瑚石環境(A)與上面的小珊瑚石(ㄣ)



圖 2-3：水晶石環境(B)與上面的石頭(ㄣ)

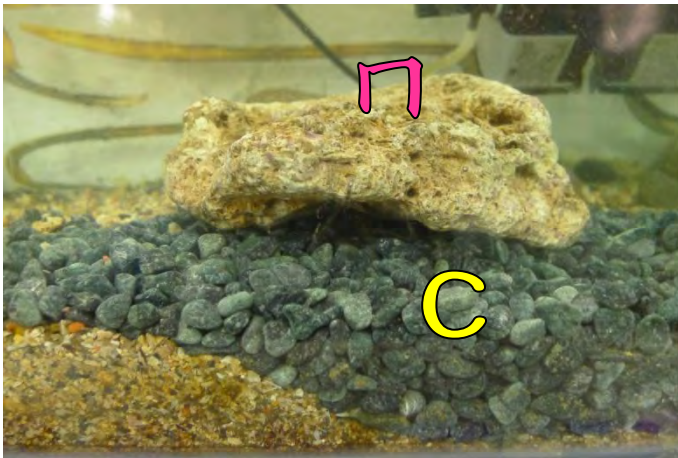


圖 2-4：黑粗石環境(C)與凹凸不平石頭(ㄩ)



圖 2-5：小沙石環境(D)與上面平滑的石頭(ㄗ)

(三) 結果： 表 2-1：陽燧足選擇的環境

| 下面小石頭 | A 碎珊瑚石 | B 水晶石 | C 黑粗石 | D 小砂石(潮間帶砂石) |
|-------|-----------------|-------------------|--------------------|------------------|
| 上面石頭 | ㄅ.小的珊瑚石(9*10cm) | ㄆ.細小孔洞的石頭(12*9cm) | ㄏ.凹凸不平的石頭(14*13cm) | ㄉ.平滑的石頭(14*10cm) |
| 平均(隻) | 約 0.8 | 約 1.2 | 2 | 約 1.1 |

(四) 發現與討論：

1. 陽燧足在黑粗石環境最多，碎珊瑚石最少，但當我們把上面的石頭換位置時(ㄅㄏ對調)，陽燧足似乎會跟著ㄏ(凹凸不平石頭)跑到A(碎珊瑚石)，原本最多的C(黑粗石)反而少了，或許上面的石頭才是影響牠們選擇躲藏地的原因。因此我們進行方法(2)。

(二) 方法(2)：

1. 選擇大小差不多的兩顆不同類型石頭，一顆平滑、一顆凹凸不平，將所有陽燧足放在兩塊石頭之間，讓牠們自由選擇躲藏地點。
2. 每天早上及中午分別計算一次兩個石頭下面的陽燧足數量，再取平均值，並不時掉換兩顆石頭的位置。



圖 2-6：陽燧足對兩種不同石頭的喜好實驗

(三) 結果(2)： 表 2-2：陽燧足喜歡躲藏在怎樣的石頭下

| 不同石頭 | 凹凸不平的石頭(14*13cm) | 平滑的石頭(14*10cm) |
|-------|------------------|----------------|
| 平均(隻) | 3.5 | 1.5 |

(四) 發現與討論：

1. 數隻陽燧足在中間開始爬行，當牠們遇到凹凸不平的石頭時，會沿著石縫鑽進去，如果是遇到平滑的石頭，多數陽燧足會嘗試鑽看看，接著又爬開，不過因為底下是小砂石，因此有些仍會試著鑽進去，不過數量少多了。
2. 對沒有太強壯外表的陽燧足來說，有地方躲藏，應該是很重要的一件事。

研究三、陽燧足會離開石縫嗎？

(一) 目的：想知道野外的陽燧足會離開石縫，到其它位置嗎？

(二) 方法：我們將不同的石縫內抓到的 10 隻較大的陽燧足放進同一個潮池內(大小約 2m*0.5m)，立即記下牠們的行為，隔幾天再去觀察。



圖 3-1：釋放的陽燧足尋找石縫



圖 3-2：研究的場地

(三) 結果：

1. 我們釋放陽燧足後，大部份的陽燧足都緩慢的移動似乎在找尋石縫，有些石縫比較小，先住進去的會排擠想再進去的陽燧足，被驅離的陽燧足會去找別的石縫。
2. 隔幾天我們發現陽燧足都從潮池消失了。

(四) 發現與討論：

1. 在野外，陽燧足會儘可能的去找石縫，讓自己可以躲藏起來。
2. 陽燧足可能會因為石縫太小，沒辦法完全卡進去，而被漲退時強大的海浪給沖走了。

研究四、潮間帶不同區域的陽燧足都是同一種嗎？

(一) 目的：兩個不同類型區域都有陽燧足，牠們會是同一種嗎？

(二) 方法：

1. 在碎石區和海蝕平台尋找陽燧足，比對**同區域**的陽燧足外觀是否相同。
2. 在海蝕平台和碎石區找尋陽燧足，比對**兩區域**陽燧足的外觀。

(三) 結果：

表 4-1：不同區域陽燧足的外型比較:

| 部位 | 身體背面 | 身體腹面 | 腕足背面 | 腕足腹面 |
|-----|--------|------|-----------|------|
| 平台區 | 黑色，有紋路 | 黃色 | 黑色，大部分有條紋 | 淡黃色 |
| 碎石區 | 黑色，沒紋路 | 咖啡色 | 黑色，大部分有條紋 | 咖啡色 |
| 結果 | 不一樣 | 不一樣 | 一樣 | 不一樣 |



圖 4-1：海蝕平台陽燧足的腹面

4-2：海蝕平台陽燧足的背面



圖 4-3：碎石區陽燧足的腹面

4-4：碎石區陽燧足的背面

(四) 發現與討論：

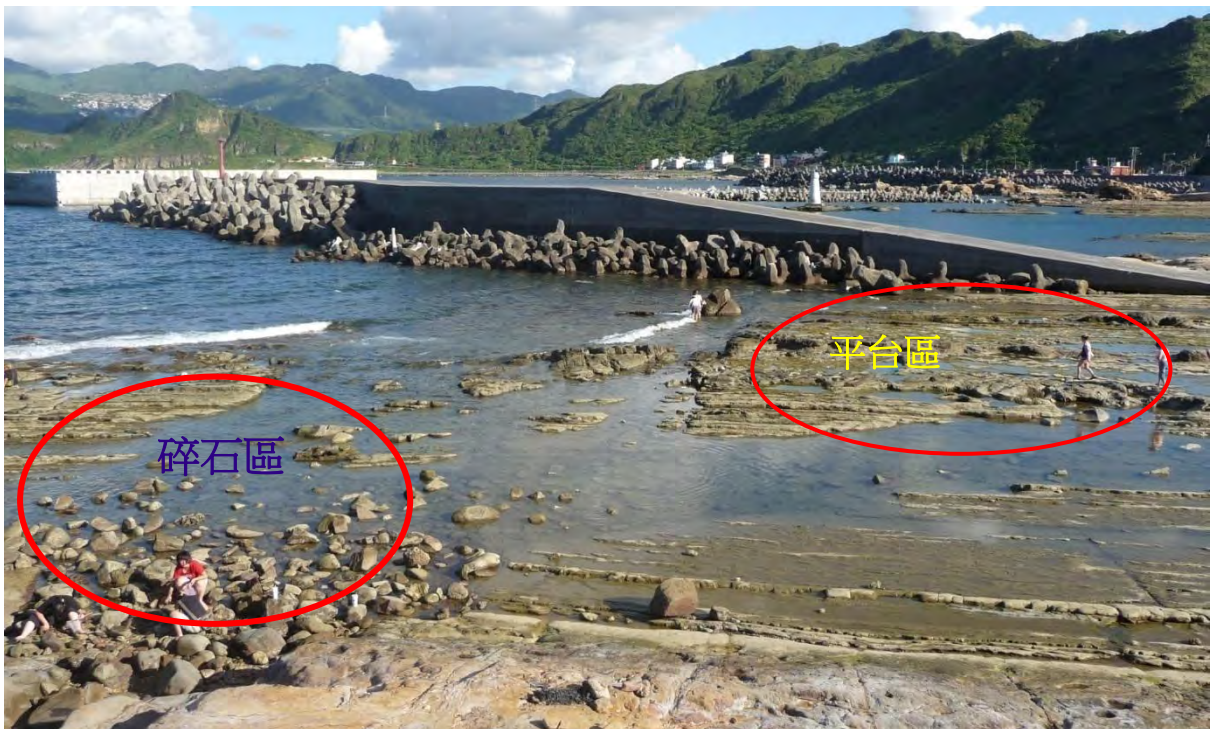
1. 我們發現海蝕平台和碎石區陽燧足可能是不同品種。
2. 之前看到的網路資料上，寫可以用背面的紋路來分，但我們認為背面的個體變異太大了，所以用腹面的顏色來分，應該會比較明確。

(五) 疑問：1. 除了外形有些差異外，是否還能更明確判別兩者的不同？

研究五、兩個區域的陽燧足會不會交換棲息位置？

【碎石區環境：低潮帶至亞潮帶區域，海水沒被隔開，鹽度較穩定

平台區環境：中低潮帶區域，退潮時會形成潮池，鹽度會有明顯變化。】



(一) 目的：這兩區域的陽燧足會不會交換位置呢？

(二) 方法：

1. 將兩區域的陽燧足帶回學校進行實驗。
2. 將兩個區域的陽燧足分別放入不同鹽度的魚缸，觀察各自有何反應。



圖 5-1：鹽度 2.5%的魚缸



5-2：鹽度實驗現場

(三) 結果：

表格 5-1：兩個區域的陽燧足對不同鹽度的適應性(海水正常鹽度在 2.5%~3.5%之間)

| 鹽度(%) | 1.5% | 2.0% | 3.0% | 3.5% | 4.0% | 4.0% ↑ |
|-------|------------|-----------|--------|--------|------------------|---------------------------------------------|
| 海蝕平臺 | 爬來爬去 | 爬來爬去，速度較慢 | 跟平常差不多 | 沒做 | 爬行速度比較慢，一直不停動來動去 | 隔兩天後背部有脫皮的現象 |
| 碎石區 | 約一分鐘後，吐出黏液 | 想要往水面爬 | 跟平常差不多 | 行動比較活潑 | 約一分鐘後，有吐出黏液 | 因為鹽度 4.0%的實驗已經造成身體不適的現象，所以沒有再做鹽度更高的實驗，避免牠死亡 |



圖 5-3：碎石區在低鹽度(1.5%以下)和高鹽度(4.0 以上)兩個極端鹽度的狀況下，吐出黏液

(四) 發現與討論

1. 海蝕平臺的陽燧足因為漲退潮、下雨和蒸發等原因，海水鹽度的變化比較大，所以海蝕平臺的陽燧足比較能夠適應不同鹽度，實驗結果也符合我們預先的推測。但如果待在鹽度太高或太低的环境太久，仍會造成身體不適。
2. 碎石區的海水並沒有與外海隔絕，海水的鹽度比較穩定，所以碎石區的陽燧足比較不容易適應較高或較低的鹽度。鹽度太高或太低，就會分泌黏液(正常鹽度不會)。

3. 從實驗結果來看，碎石區的陽燧足對於鹽度適應較差，牠們比較不會跑到海蝕平台居住，或者不太容易在這兒存活，所以牠們應該不會交換棲息區域。由此推測兩個區域的陽燧足是不同種類的可能性比較大。

研究六、陽燧足對不同水溫的反應

(一) 目的：想了解陽燧足對不同水溫的反應？

(二) 方法：我們將魚缸的水溫加熱成我們需要的溫度後，將陽燧足放入實驗魚缸，觀察並記錄牠們的行為。

(三) 結果：

表格 6-1：兩個區域的陽燧足對不同水溫的反應(正常水溫是在 20~30 度)

| 水溫 | 12 度 | 14 度 | 17 度 | 20 度 | 30 度 | 33 度 | 36 度 | 40 度 |
|----|----------------------|--------------|-------------------|----------------------|--------|-------------|----------------|-------------|
| 反應 | 身體十分僵硬，全程腹面朝上移動，移動緩慢 | 身體僵硬，走路有時會翻倒 | 身體僵硬，走路有時會翻倒，動作較快 | 身體僵硬，走路有時會翻倒，最後停到石頭下 | 跟平常差不多 | 在角落停下，動作較緩慢 | 緩慢爬到角落之後一分鐘後停下 | 全身癱軟不動，嘴巴開著 |

(四) 發現與討論:

1.我們在野外測量的水溫是在 19~36 度，我們飼養的水溫大概是 19~30 度。所以陽燧足**比較容易適應的水溫約在 20~30 度左右**，但是在野外的水溫甚至高達 36 度，所以陽燧足可適應在一定範圍的水溫。

研究七、陽燧足的攝食行為

(一) 目的：想了解陽燧足是怎麼進食的？

(二) 方法(1)：

1. 選一種常見的魚飼料餵牠們，將飼料泡水一段時間讓飼料變軟後，有的壓扁、有的搓碎，放到有陽燧足的石縫或石洞，紀錄並拍攝牠們的攝食狀況。



圖 7-1：陽燧足進食中

(三) 結果：

1. 陽燧足在吃較小的食物時會利用管足運送到嘴巴。
2. 而在吃較大的食物時會用腕足捲到比較接近嘴巴的地方，再用管足運送到嘴巴。
3. 把飼料運送到嘴巴後，身體會有膨脹收縮的情形，感覺好像在壓縮飼料，再吃進去。



圖 7-2：陽燧足口中的黏稠物。

4. 在進食的時候，有時會排出黏稠的東西，再繼續進食，腕足如果再撈到黏稠的東西就會再用管足將黏稠的東西運回嘴巴吃掉。

(四) 發現與討論：

1. 陽燧足用管足運送較小的食物，可能是因為在運送的途中比較隱密、動作比較小、比較不容易被搶走，管足有吸附力可以運送細小的有機物，而且還可以邊運送食物腕足可以繼續撈其他食物。
2. 陽燧足用腕足運送較大較重的食物，可能是因為管足在運送較大較重的食物時，較容易掉落，而且用腕足可以比較快速的將食物捲到嘴巴附近，減少被搶的風險。
3. 陽燧足除了可以用管足搬運食物外(將食物往身體送)，也能利用管足將洞內小石子反向送出去，使洞穴深一點，讓自己可以躲得更裡面一點。由此推測，陽燧足的管足應該可以判別是不是食物，或許也有吸收有機質的能力。
4. 陽燧足的身體看似堅硬，但其實是可以壓縮或些微變形的，我們將食物放在瓶口小的寶特瓶內，它可以扭曲身體進出寶特瓶，這也是為什麼牠們可以縮在細小石縫中的原因。



圖 7-3：利用管足將洞內的小石子搬出來



圖 7-4：陽燧足可以扭曲身體進出寶特瓶

研究八、陽燧足只會隨機抓取食物嗎？

(一) 目的：想了解陽燧足能不能對食物主動出擊？

(二) 方法(1)：

1. 之前用飼料餵食時，陽燧足都是被動的等待食物靠近。想知道牠們會不會感覺到水中有食物的存在而去抓取食物，所以這次改用腥味較重的冷凍蝦肉餵食，並觀察牠們的反應，是否會跟餵飼料時的反應一樣？
2. 先將蝦子剝殼後再用細長的木棍尖端插住蝦肉，並放到魚缸裡不同的位置慢慢接近陽燧足，觀察並記錄牠們的情形。

(三) 結果(1)： 表 8-1：陽燧足對蝦子和飼料不同位置的反應

| 位置(水裡) | 接近水面 | 水中間 | 水的底部 | 接近陽燧足 |
|--------|--------------|--------|----------------|---------------------------------|
| 餌料 | 沒有任何反應 | 沒有任何反應 | 沒有任何反應 | 要碰到腕足才會有反應 |
| 蝦子 | 過一下子腕足會有明顯擺動 | 腕足劇烈擺動 | 有些陽燧足會離開石縫搶奪蝦肉 | 會將腕足伸長，拉走木棍上的蝦肉(一抓到蝦子就把蝦子捲到嘴巴。) |

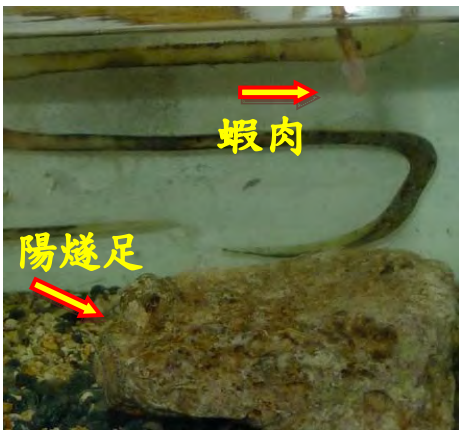


圖 8-1：蝦肉在水面附近，陽燧足抖動腕足



圖 8-2：蝦肉到石塊上，腕足靠近



圖 8-3：腕足捲起蝦肉



圖 8-4：兩三隻腕足一起扭轉蝦肉



圖 8-5：腕足扯下部分蝦肉，退回石縫中

(四) 發現與討論(1)：

1. 陽燧足如果感覺得到蝦子的腥味那就代表陽燧足其實是有嗅覺系統。
2. 陽燧足並不是不會離開石洞的，當發現有美味的食物時，牠們仍會冒著危險出來覓食。
3. 陽燧足在潮間帶中可能擔任清潔者的角色，清理動物屍體或殘渣，所以牠們在潮間帶的生態平衡上，有著一定的地位。

(二) 方法(2)：

1. 將蝦肉放在寶特瓶內(離瓶口一段距離，腕足構不到)，固定在離洞口不遠處，看陽燧足是否會鑽進寶特瓶內進食。

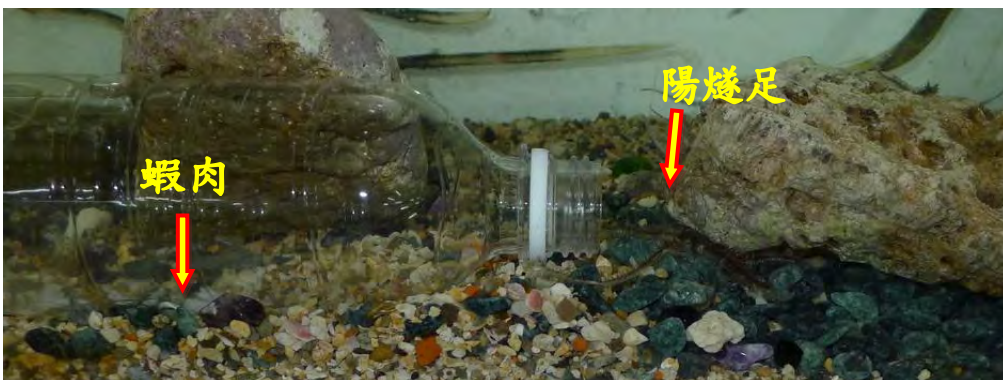


圖 8-6：寶特瓶內的蝦肉吸引陽燧足

(三) 結果(2)：

1. 一放在石洞附近，蝦肉的味道馬上吸引陽燧足蠢蠢欲動，爭相在洞口附近爬行，有些還有將腕足伸進瓶口，但始終沒有進到寶特瓶內，因此在白天觀察時間內，並沒有進去吃蝦肉。
2. 隔天蝦肉都不見了。



圖 8-7：石縫內的陽燧足都跑到瓶口附近徘徊



圖 8-8：有些陽燧足將腕足伸進寶特瓶內，但身體始終不進去

(四) 發現與討論(2)：

1. 蝦肉很有吸引力，讓陽燧足離開石縫，在瓶口徘徊，但一直不進去寶特瓶內，可能是小瓶口讓陽燧足不太敢進去，或離石縫太遠。
2. 隔天再看時，蝦肉都不見了，代表牠們有進去過，但不願停留在寶特瓶中，仍然回到石縫內，可見得牠們對”安全”與否相當重視。

研究九、陽燧足的再生情況

(一) 目的：想了解陽燧足真的可以再生嗎？以及哪些部位可以再生？

(二) 方法：

1. 將陽燧足的身體切成下列三種：



圖 9-1、9-2：第一種切法(切成兩半，一隻有二隻腕足，另一隻有三隻腕足)



圖 9-3、9-4、9-5：第二種切法(切成三半，其中兩段有二隻腕足，一段只有一隻腕足)



圖 9-6：第三種切法(全部腕足切斷)

(三) 結果：

表 9-1：陽燧足再生實驗過程

| 種類 \ 時間 | 剛切完 | 隔天 | 一個禮拜後 | 三個禮拜後 | 超過一個月 |
|----------------------------------|----------------|--------------|------------------------|-----------------|----------------|
| 第一種 (切成兩半，一半有二隻腕足，另一半有三隻腕足) | 切完後切面呈現紅色。 | 紅紅的地方變淡了沒有再生 | 傷口癒合但沒有再生，聚集在石頭下，捲曲成一團 | 沒有再生，捲曲成一團不太有活力 | 死亡 |
| 第二種 (切成三半，其中兩半有二隻腕足，一半只有一隻腕足) | 切完後切面呈現紅色。 | 紅紅的地方變淡了 | 傷口癒合但沒有再生，聚集在石頭下，捲曲成一團 | 沒有再生，縮在石頭下不太有活力 | 剩下一隻只有兩隻腕足的陽燧足 |
| 第三種 (全部腕足切斷) | 沒有腕足但仍然可以用管足行動 | 慢慢的爬來爬去 | 沒有長出腕足很少有在移動 | 腕足長出了一點點，變的不常移動 | 死亡 |



圖 9-7:身體被切開後，流出紅紅的東西



圖 9-8、9-9：存活一個多月，身體只能癒合，不能再生。



圖 9-10：剛切了 5 隻腕足

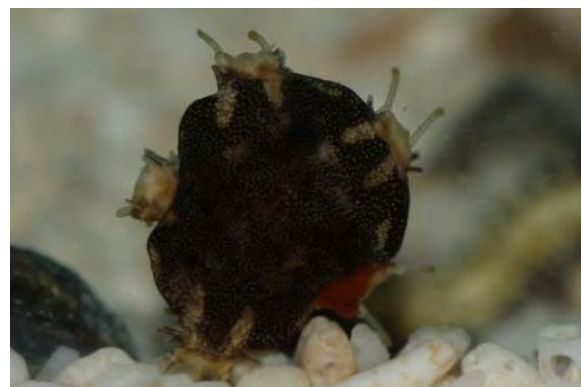


圖 9-11：一週後的狀況，沒發現再生



圖 9-12：約三週後，發現第三種切法的陽燧足長出新的再生腕足



圖 9-13:被切斷腕足切面長出新的細小腕足



圖 9-14：腕足斷後的切面狀況

(四) 發現與討論：

1. 雖然我們有看到陽燧足被切斷的身體有癒合，但是沒有再生，代表牠的身體組織只能癒合，不能再生。
2. 陽燧足的腕足是由一節一節的骨骼組成的，所以牠們的腕足是比較容易斷裂的地方，而每一個節的切面可能就是再生的點。中間的身體則沒有類似的構造，因此被天敵咬掉就不能再生，這也是為什麼牠們的身體都躲在石縫裡只露出兩三隻腕足。
3. 就算只有一部分身體，或甚至只有斷掉的腕足沒有身體，在沒有天敵的情況下，牠們仍能存活超過一個星期以上，甚至更久，推測牠們的小管足，應該有吸收養分的能力。

研究十、腕足生長

(一) 目的：想了解腕足成長的狀況

(二) 方法(一)：

1.將陽燧足的三個腕足拉斷成三種不同長度



圖 10-1：被拉斷腕足的陽燧足



圖 10-2：野外見到的陽燧足，大多五隻腕足等長



圖 10-3：在魚缸中量腕足長度

(三)結果： 表 10-1： 陽燧足腕足生長比較 (單位：cm)

| 日期(天數) | 7/23 (開始測量) | 8/6 (15 天) | 8/24 (33 天) | 8/31 (40 天) | 10/2 (72 天) | 10/15 (85 天) | 12/7 (138 天) |
|--------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 第一隻腕足 | 7.5 | 6(斷) | 7 | 7.5 | 7.8 | 7.8 | 6.2(斷) |
| 第二隻腕足 | 3(斷) | 3.8 | 5 | 5 | 5.8 | 5.9 | 5.8 |
| 第三隻腕足 | 5.5 | 6.5 | 7.5 | 8 | 6.9(斷) | 7.5 | 7.4 |
| 第四隻腕足 | 6.5 | 2.5(斷) | 1(斷) | 1.5 | 2.8 | 3.7 | 4.3 |
| 第五隻腕足 | 2 | 3.5 | 4.5 | 5 | 5.4 | 5.4 | 5.7 |

PS：(斷)一是在測量時把腕足弄斷所做的記號。

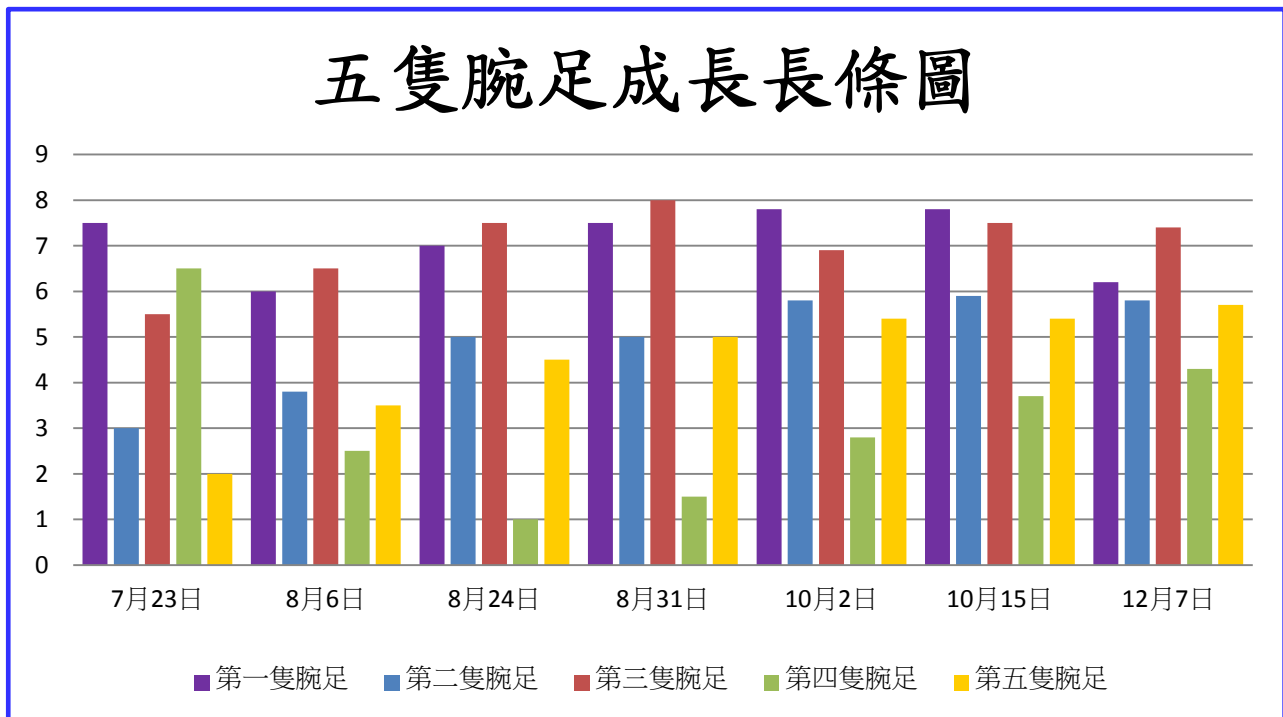


圖 10-4：腕足生長趨勢圖

我們拿兩隻腕足來比較，結果如下：表 10-2：兩隻長短不同腕足成長狀況(單位：cm)

| 日期 (天數) | 8/24 | 8/31 (7天) | 10/2 (39天) | 10/15 (52天) | 12/7 (105天) |
|------------|------|--------------|---------------|----------------|----------------|
| 腕足 4 | 1(斷) | 1.5 | 2.8 | 3.7 | 4.3 |
| 腕足 5 | 4.5 | 5 | 5.4 | 5.4 | 5.7 |
| 差距 | 3.5 | 3.5 | 2.6 | 1.7 | 1.4 |

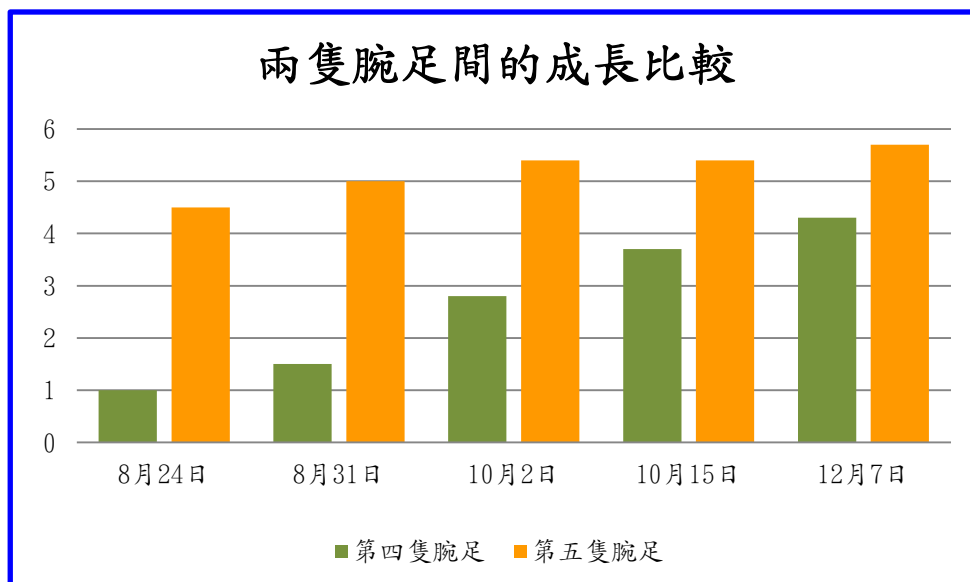


圖 10-5：陽燧足兩隻腕足生長趨勢比較圖

(四)發現與討論：

1. 從圖表可看出，重新再生的腕足比較短，長得比較快，可能是因為他要讓每隻腕足到最後都長得差不多長，才會比較容易移動、攝食或躲避天敵。
2. 依據我們在野外採集陽燧足的經驗，陽燧足的腕足末端雖然靈巧但容易斷裂，相反的，越接近身體的腕足越不容易斷裂，結構上來講，越粗的腕足越不容易斷裂，可想而知，越細的腕足就越容易斷裂。

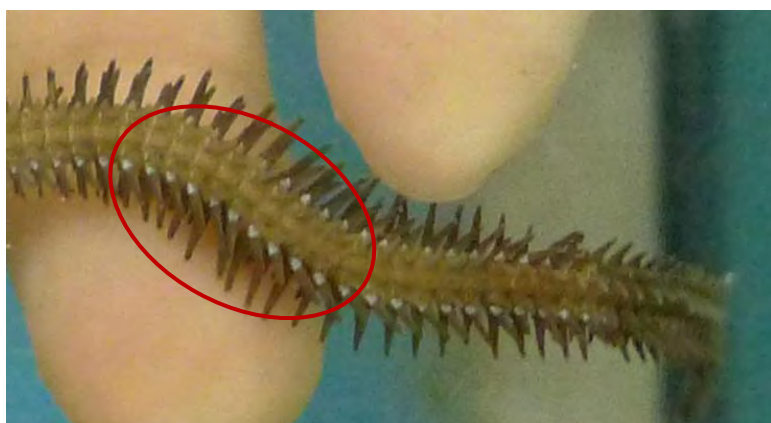


圖 10-6：看似一節一節的腕足。

(二) 方法(2)：我們將陽燧足的五隻腕足分別切成大約 1cm、2cm、3cm、4cm 和 5cm，觀察並測量牠的生長狀況，。



圖 10-7：生長實驗的陽燧足

(三) 結果(三月~四月)：

表 10-3： 陽燧足腕足再生比較 (單位：cm)

| 天數 腕足 | 剛切完 | | 七天 | | 十四天 | | 二十一天 | | 二十八天 | | 三十五天 | | 四十九天 | |
|----------|-----|----|-----|----|-----|----|------|-----|------|-----|------|-----|------|--------|
| | 原長 | 再生 | 原長 | 再生 | 原長 | 再生 | 原長 | 再生 | 原長 | 再生 | 原長 | 再生 | 原長 | 再生 |
| 第一隻 | 1.0 | 0 | 1.0 | 0 | 1.0 | 0 | 1.2 | 0.7 | 1.2 | 0.8 | 1.2 | 1.3 | 1.1 | 1.5 |
| 第二隻 | 2.4 | 0 | 2.4 | 0 | 2.4 | 0 | 2.4 | 0.2 | 2.4 | 0.5 | 2.4 | 0.7 | 2.4 | 1.3 |
| 第三隻 | 3.2 | 0 | 3.2 | 0 | 3.2 | 0 | 3.2 | 0.7 | 3.2 | 0.8 | 3.3 | 1.1 | 3.3 | 1.4 |
| 第四隻 | 4.3 | 0 | 4.3 | 0 | 4.3 | 0 | 4.6 | 0.3 | 4.6 | 0.5 | 4.6 | 1.0 | 4.5 | 0.7 斷過 |
| 第五隻 | 5.0 | 0 | 5.0 | 0 | 5.0 | 0 | 5.1 | 0.4 | 5.1 | 0.6 | 5.1 | 0.9 | 5.1 | 1.0 |



圖 10-8：原來腕足與再生腕足的量測狀況

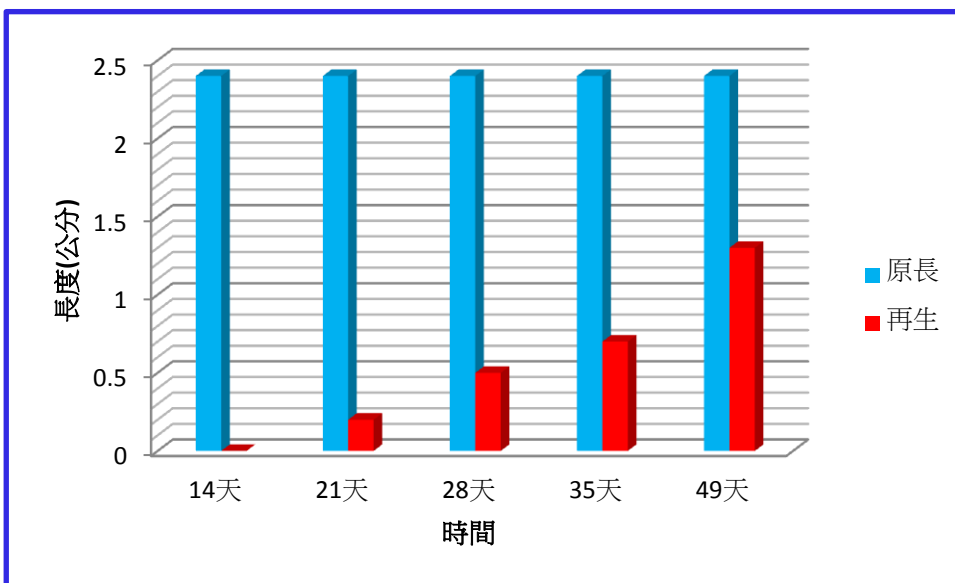


圖 10-9：原來腕足與再生腕足的長度比較【以第二隻腕足(2.4 公分)為例】

(四) 發現與討論：

1. 陽燧足的腕足不論長的還是短的，生長速度在初期都是差不多的。
2. 陽燧足的再生腕足生長速度大約是每週 0.2~0.3 公分。
3. 陽燧足斷掉的腕足在經過 2 週後，會開始出現再生的腕足。
4. 從量測的結果來看，成長的是再生的腕足，而原有的部分似乎只會變粗不會再增長，跟樹幹一樣。

(二) 方法(3)：將陽燧足的兩隻腕足分別用拉和切兩種方法弄斷，再觀察生長的狀況。



圖 10-8：『切斷』與『拉斷』腕足的實驗樣本

(三) 結果：表 10-4 陽燧足拉跟切的再生比較 (單位：cm)

| 腕足 | 天數 | 剛切完 | 七天 | 十四天 | 二十一天 | 二十八天 | 三十五天 | 四十九天 |
|----|--------|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| 切斷 | 0 再生 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 0.8 | 1.3 | 2.3 |
| | 2.5 全長 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 3.0 | 3.3 | 3.8 | 4.8 |
| 拉斷 | 0 再生 | 0 | 0 | 0 | 0.2 | 0.5 | 1.2 | 2.2 |
| | 2 全長 | 2 | 2 | 2 | 2.2 | 3.0 | 3.2 | 4.2 |

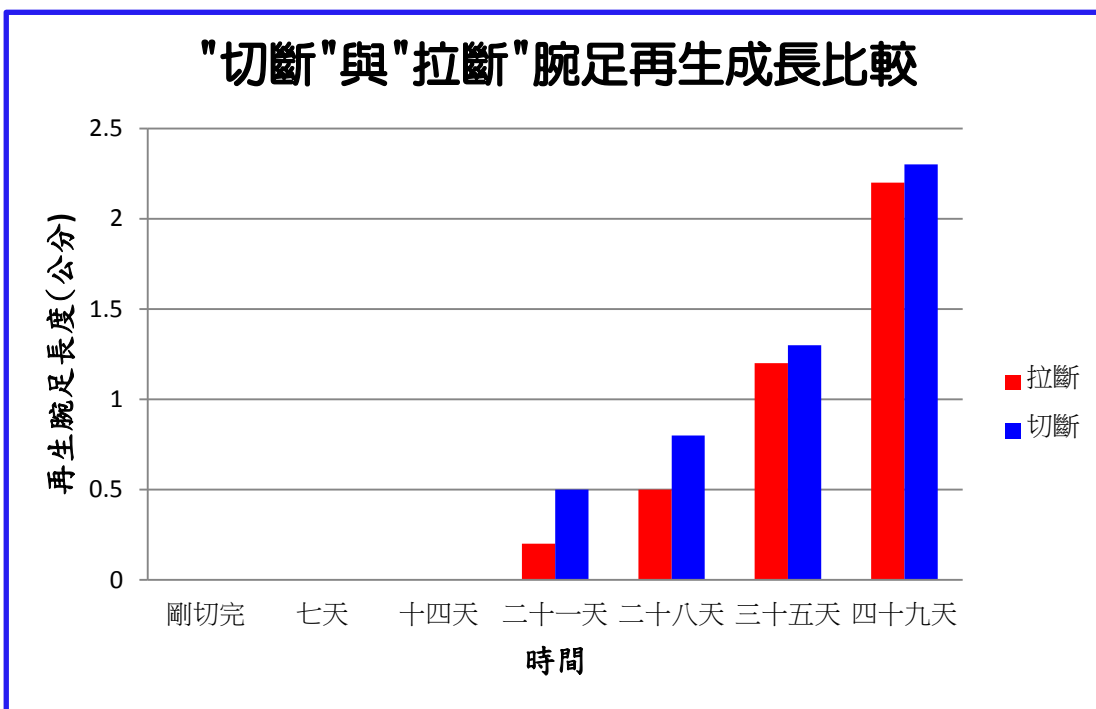


圖 10-9：『切斷』與『拉斷』腕足再生長度比較



圖 10-10：剛開始”切斷”後的再生腕足比”拉斷”後的再生腕足成長快



圖 10-11：一個半月後，兩再生腕足長度接近

(四) 發現與討論：

1. 從表格中可以知道切的腕足初期生長得比較快，過一個半月後就越來越接近。我們推測是因為用切的比較不會傷到周圍組織；用拉的可能會讓其他組織受損。這也可以說明我們在野外抓陽燧足時，有些陽燧足會在我們拉牠腕足時，腕足主動斷裂掙脫，這也可以讓牠的腕足比較不會受損到附近的組織，再生得也會比較快。

研究十一、不同色光對陽燧足的影響

(一) 目的：想了解光線是否對陽燧足有影響

(二) 方法：

我們在夜晚用手電筒突然照陽燧足，結果我們發現牠會對光有明顯的反應，所以我們就利用不同色光照陽燧足，觀察並記錄牠們的反應。

1. 用不同顏色的玻璃紙罩在手電筒上，製造出不同色光照陽燧足，觀察並記錄牠們反應。



圖 11-1、11-2、11-3：紅、藍、黃三種不同色光

(三) 結果：表 11-1：陽燧足對色光的反應

| 位置 | 貼在玻璃上(照腹面) | 貼在石頭上(照背面) | 躲在石縫中(腳露出) |
|----|--------------|--------------------------------------|------------------------|
| 紅色 | 推測其他部位的反應差不多 | 反應不大 | 反應不大 |
| 藍色 | 推測其他部位的反應差不多 | 1. 往內縮，並貼緊石縫 2. 鑽到石頭下 3. 爬進石洞裡 | 1. 爬到別的地方 2. 左右爬來爬去 |
| 黃色 | 沒有反應 | 貼緊石壁 | 往石頭內縮 |

(四) 發現與討論：

1. 陽燧足對光有反應，可見牠們有感光能力的。
2. 陽燧足對紅光沒反應但對藍光有反應，可能是因為跟光的波長有關。
3. 陽燧足的感光細胞可能偏向於背面，所以腹面才比較不能感覺到黃光。
4. 陽燧足和陸上夜行性昆蟲螢火蟲一樣，似乎不太習慣光線忽然照射。

伍、結論

- 一、陽燧足主要棲息在中、低潮帶的海蝕平台隙縫中，而碎石區居住在石頭下的數量相對較少。且平台區陽燧足對鹽度適應性明顯較碎石區的高，兩區域種類明顯不同。
- 二、陽燧足會利用管足運送較小的食物，較大的食物則會用腕足捲到嘴巴附近。
- 三、陽燧足的腕足是可以再生，但是牠的身體組織只能癒合不能再生。陽燧足腕足的切面可能就是再生的點，一般約 2 個星期可以再生，每週約成長 0.2~0.3 公分。
- 四、重新再生的腕足雖然比較短，但成長速度比較快，使每隻腕足長得一樣長。而腕足的成長以再生腕足為主，原來斷掉的腕足只會變粗，不會再增長。

五、陽燧足對光有反應，可見牠們有感光能力的，而牠們對紅光沒有什麼反應，對藍光或白光比較有反應。

六、陽燧足不會刻意去選擇地上的砂石環境，但是牠們會選擇凹凹凸凸、有許多洞可以掩蔽用的大石頭來躲藏。

七、陽燧足可適應的水溫是在 19~36 度，而鹽度的適應範圍是在 2.0%~3.5%左右。

陸、參考資料及其他

一、南一書局自然與生活科技第三冊第二單元水中生物。

二、陳育賢。海岸生物(一)—台灣潮間帶生物 700 種(一)(2001)。渡假出版社有限公司。

三、陳育賢。海岸生物(二)—台灣潮間帶生物 700 種(二)(2001)。渡假出版社有限公司。

四、陳育賢。海岸生物(三)—台灣海岸生態導覽(2002)。渡假出版社有限公司。

五、趙世民。台灣礁岩海岸地圖(2003)。晨星出版社。

六、交通部觀光局澎湖國家風景區管理處。澎湖潮間帶生物圖鑑(2003)。交通部觀光局澎湖國家風景區管理處出版。

【評語】 080306

1. 研究題材具有鄉土性，並能進行長期觀察做合理推論。
2. 雖考量樣本取材不易，但宜適度增加樣本數，以增加研究可行度。