

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會
作品說明書

高中組 生物(生命科學)科

最佳(鄉土)教材獎

040709

往前走，側著走還是倒著走好—倒退ㄉㄨ

學校名稱：花蓮縣私立海星高級中學

作者： 高二 胡品宏 高二 蘇頌傑 高二 江煜浩 高二 劉靖富	指導老師： 葉東茂 李恭榮
---	---------------------

關鍵詞：蟬蟹 潛沙 保育

前走、側走還是倒著走好—倒退ㄉㄨ

蟬蟹生態分布與行爲習性觀察的初探

摘要

實驗主要包括野外生態調查及實驗室飼養、習性觀察兩部分。測量每一隻蟬蟹體長及重量，並拍照觀察牠們的構造，建立檔案，設計各項實驗來觀察蟬蟹的行爲，包括趨性、潛沙行爲、行動的速度、對磁場改變的反應。光趨性實驗中，我們發現白天的實驗中蟬蟹對光並沒有明顯的趨性；但在晚上的實驗中，蟬蟹向光的機率比在白天的實驗中大的多！潛沙速度的實驗中，我們將砂石的大小分成四組，實驗結果統計出砂石的大小對蟬蟹潛沙速度有明顯的影響；我們使用當地原住民同胞捕捉的老方法，經過改良之後，已能安全又迅速的進行捕捉。我們捕捉到的蟬蟹，都是屬於橢圓蟬蟹(*Hippa ovalis*)。在沙質海灘捕捉到的數量比在礫石質海灘多出 1.5 倍，由此可知，蟬蟹在沙中活動爲主。

壹、研究動機

蔚藍的東部沿海，酷熱的夏日，往往令人想到海邊吹吹風，踏浪玩水，以茲消暑解熱，但你可能不知道，現在你腳下踏著的沙灘裡潛藏著一種外貌獨特的生物，牠們長的不像螃蟹，因爲牠們倒退行走；第一眼看到牠，剎那間會分不清牠的頭尾；挖洞掘沙牠最在行；在新興的東部海岸旅遊中，牠變成景點的

主角；因為人們的捕捉以及蟬蟹本身對環境污染的抵抗力極弱等因素造成蟬蟹數量持續銳減。在台灣西部海岸很難再見到蟬蟹的蹤跡，目前只能在屏東或東部海岸一帶找得到這種生物，在這物種滅絕的遺憾發生前，我們想進一步探討這種神秘生物的概況，可以作為生態保育的參考依據。

貳、研究目的

- 一、探討在不同的漁港蟬蟹數量、品種及性別分布情形。
- 二、將蟬蟹飼養於實驗室中，並進一步觀察其行為包括：運動方式、趨光反應、潛砂速度、磁場影響、抱卵行為、脫殼行為。

參、研究設備及器材

一、地點：本次實驗選擇七星潭、康樂村、水璉、鹽寮及崇德村漁港作為採樣的地點。

二、設備

(一) **採樣設備**：鐵條(長 45cm)、畚箕、岩鏃、遊標尺、電子秤、不銹鋼篩網(網目 1/4 及 1/8 英吋大小)、溫度計、水桶、水盆、繩子、捲尺(50 公尺以上)、釣餌(鰹魚)。

(二) **實驗室實驗器材**：大魚缸(長 120cm、寬 46cm、高 61cm)，中水缸(長 29cm、寬 18cm、高 17cm)，小水缸(長 17cm、寬 7cm、高 9cm)，打氧機，潛水馬達，解剖器具(解剖刀、解剖針、大頭針、解剖台、解剖顯微鏡、培養皿)，數位相機，視訊攝影機，飼料(魚餌：船釣蝦)，熱熔膠，紙箱，碼錶，水缸，紅色、綠色、藍色玻璃紙，燈管，直流電源供應器，電磁

鐵，磁場測定儀。(如圖 1)



圖 1、所有使用到的工具

肆、研究過程或方法

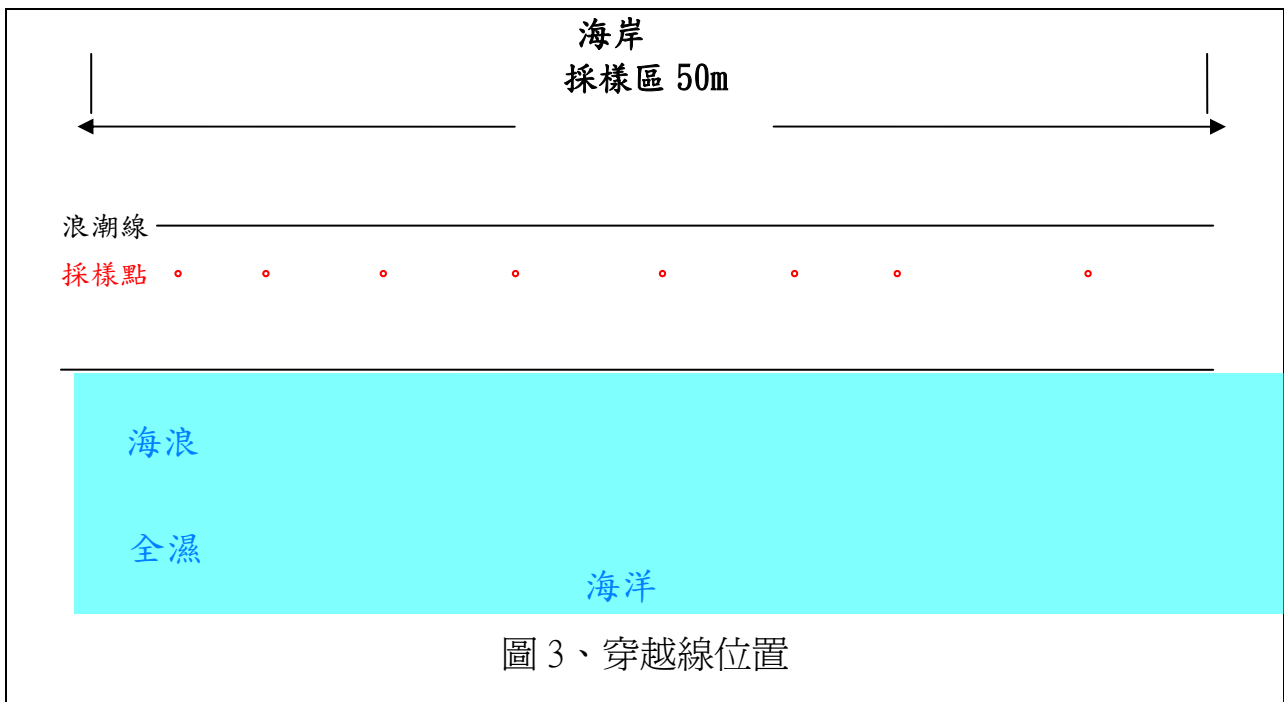
一、採樣

(一) 採樣區的規劃：

在鐵條上綁上紅線，線長 50 公尺，插在海灘上，隨機選擇八個定點，插上誘餌並且紀錄捕捉到的數量。



圖 2、50 公尺紅線



(二) 採樣狀況紀錄：

因為實驗場所的海岸大部分為鵝卵石的海灘，國外文獻方法比較適合沙灘的採樣，而不適用於本次實驗。所以我們依據本地原住民的捕捉方法加以改良後進行實驗。

步驟：

1. 將一公尺長的鐵製叉子，插上魚餌(圖 4)。



圖 4、餌（秋刀魚）

2. 將處理好之鐵叉埋入沙中(見圖 5、6)。



3. 放置 20 分鐘後，海浪開始回流的時候以岩鏃將沙子鏟起，同時一人將鐵叉連同魚餌拔起（如圖 7）。

4. 將沙子以鐵網過篩即可見到蟬蟹（如圖 8）。



(三) 樣本紀錄：我們為每一隻蟬蟹測量體重、長度、判別牠是公的還是母的、拍照，也記錄了牠脫殼的日期、死亡的日期，把以上幾點列成表格的形式記錄。

二、蟬蟹族群生態觀察

(一) 外觀型態及分類：將蟬蟹放在解剖盤上用相機拍攝、並到國外網站尋找資料(台灣相關文獻極少)。

(二) 雌雄分辨：撥開蟬蟹的尾節，觀察有無腹足，若有則為雌性，無則

為雄性；有時可以看見抱卵的母蟬蟹。

三、**實驗室飼養**：將海邊的蟬蟹抓回到實驗室飼養，並觀察其行爲。

(一) **飼養方法**：由原棲息地取回海砂及海水，將海砂放置於魚缸中鋪成約 15-30 度的斜角後，再將海水倒入，使用潛水式循環器製造浪花的效果，佈置完成後，將捉到的蟬蟹放入，以含有腥味的魚餌或蝦子飼養，並且定期更換海水。

(二) 飼養期間我們設計一些實驗用以觀察蟬蟹的行爲。

四、**蟬蟹的行爲習性觀察**

(一) **運動方式**：我們使用攝影的方式；因為蟬蟹習慣在夜晚離開沙子出外尋找食物，爲了觀察牠們在夜晚中的覓食行動，我們必須以紅色玻璃紙罩住燈泡(仿照夜晚時的情景)，再來進行拍攝，避免影響蟬蟹覓食活動。

(二) **趨光反應**：利用自製的丁迷津裝置(圖 9)一方照光，另一方黑暗，觀察蟬蟹對光刺激的反應情形、每隻測三次。



圖 9、迷津盒

1. 白天與夜晚比較：我們運用白色日光燈照射，比較蟬蟹白天和黑夜是否有趨光性。
2. 不同色光比較：除了白色燈光之外，我們運用紅色、綠色、藍色，三種不同顏色的玻璃紙，包在日光燈管上，在夜晚進行照射，觀察蟬蟹是否有趨光性。

(三) 潛沙速度：以蟬蟹的體型大小和礫石大小作為控制變因，利用小魚缸作為測量時的容器，每隻測三次，並以碼錶和鐵尺紀錄蟬蟹潛沙的時間與深度。

(四) 磁場影響：將水管外繞上漆包線，再將兩端堵上一半使裡面能夠蓄水，利用直流電源供應器產生穩定的電流來製造磁場，再外接一台磁力儀，測量實驗中的磁場大小、將蟬蟹放入水管之中，觀察其移動方向，再把正負極交換使磁場倒轉，觀察他們移動方向會不會有任何改變。(圖 10)

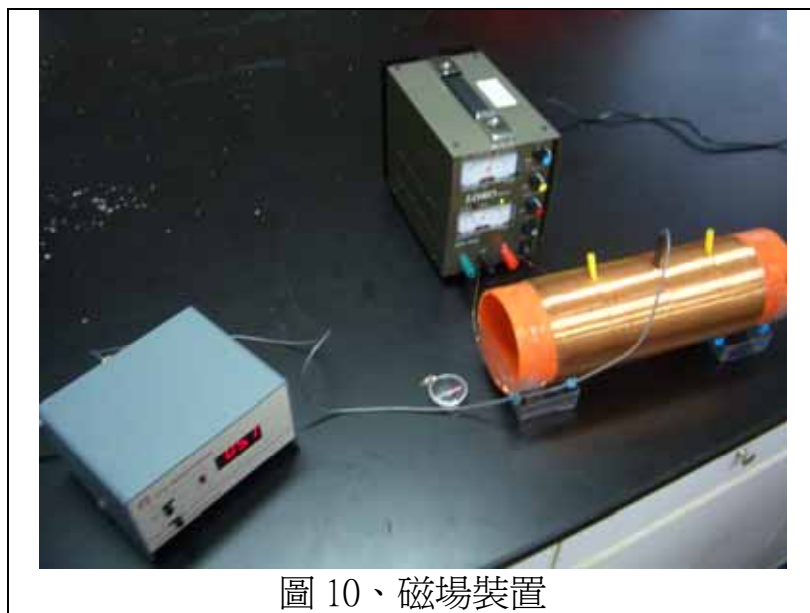


圖 10、磁場裝置

(五) 抱卵行爲：用透明飼養箱觀察雌蟬蟹抱卵時的特殊行爲與受精卵的

變化，並拍照紀錄。

(六) 脫殼行爲：運用相機照相觀察到蟬蟹的脫殼行爲，並且紀錄脫殼前後體長、體重與顏色變化。

伍、研究結果

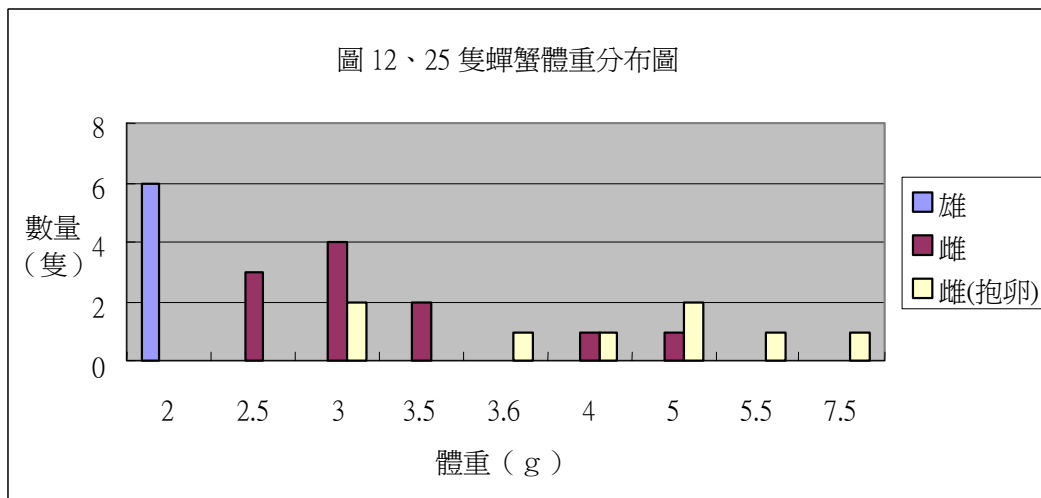
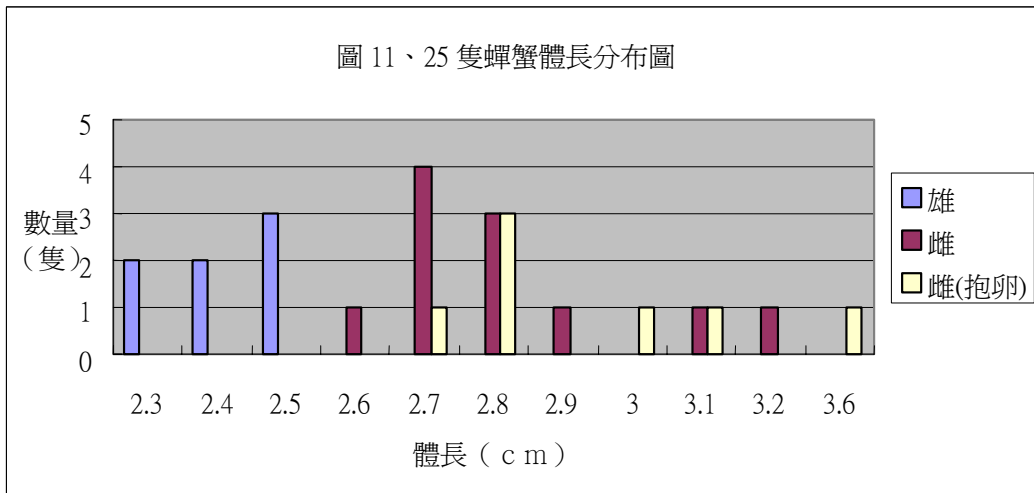
一、採樣

(一) 採樣區的規劃：我們選擇以五十公尺作為範圍，是因為這樣比較好判斷此地蟬蟹數量的多寡，方便比較蟬蟹數量。

(二) 採樣狀況紀錄：我們在海邊採樣時有發生一些狀況：

1. 發現康樂村海邊有非常多的海蟲。
2. 東部海邊在退潮的時候，海岸的礫石大小就會變大，造成採樣的不方便。
3. 我們發現崇德和康樂村海邊的蟬蟹數量最多，而水璉和鹽寮海邊的蟬蟹較少。

(三) 樣本紀錄：我們一共捕捉到 25 隻蟬蟹，以體長和體重分組可以發現雌性的蟬蟹都長的比較大。



二、蟬蟹族群生態調查

(一) 外觀型態與分類：

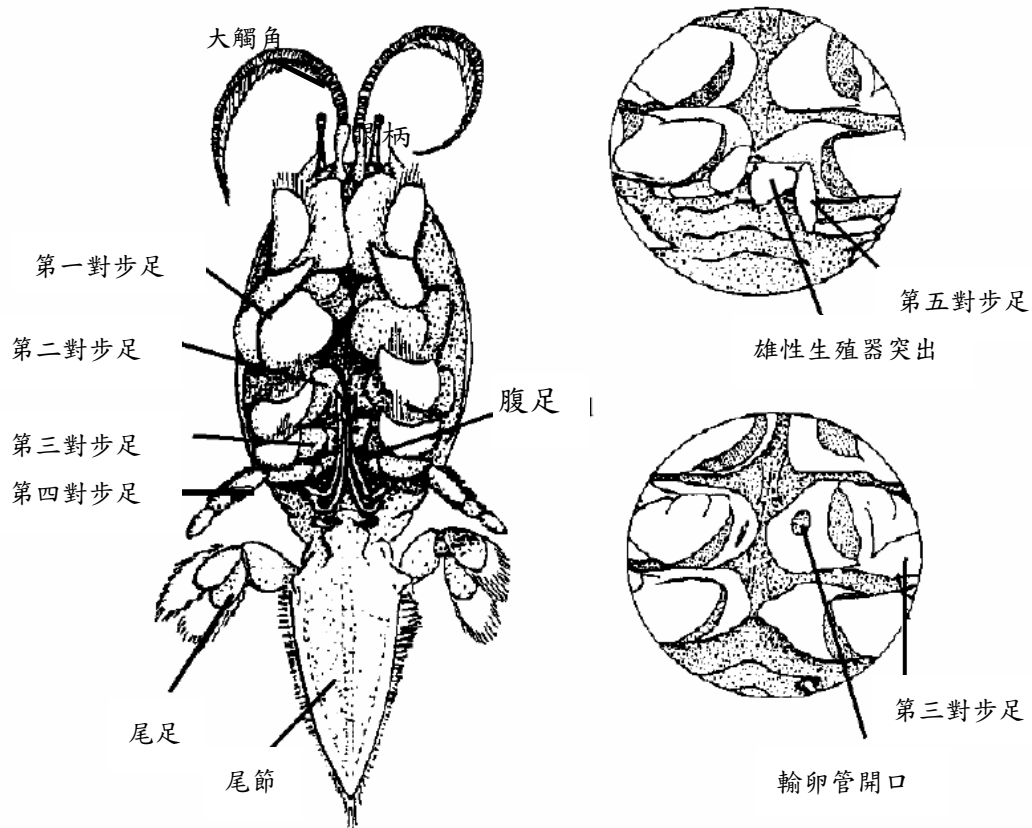


圖 13、蟬蟹的腹部的樣貌

1. 各部份構造：

A. 頭部：

- (1) 觸角：有兩對觸角，有一對觸角有分岔、兩對觸角上都有鬚狀的纖毛。
- (2) 口：口兩旁有螯,由外而內依序為顎、顎腳及六對鋸齒狀的凸起物，用來握住並撕碎食物。(如圖 14)

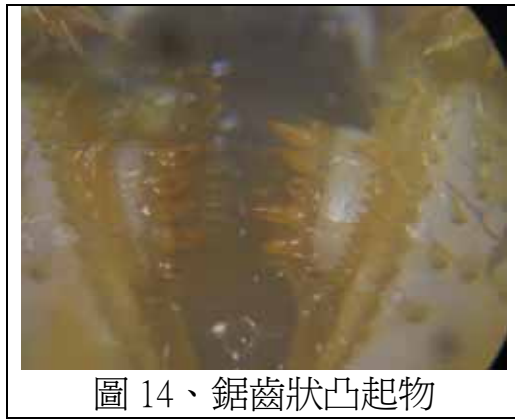


圖 14、鋸齒狀凸起物

(3) 複眼：有一對複眼，具有眼柄。









(4) 步足：第一對，用來抱住食物；第二、三、四及第五對，用來掘沙和划水時所使用。

B. 腹部：尾節平常都遮蓋住腹部，用來保護腹部、雌的蟬蟹在尾節下方有用來抱住卵的小腹足，最後一對小腹足特別長。

2. 橢圓蟬蟹分類：界：動物界。門：節肢動物門。綱：軟甲綱。目：十足目。科：蟬蟹科。屬：蟬蟹屬。種：*Hippa ovalis*。

(二) 雌雄分辨：雄性的蟬蟹在尾節的下方並沒有小腹足，而雌性的蟬蟹在尾節的下方有 4 對用以抱卵的小腹足、雄蟹體型跟雌蟹體型比較起來，雄性蟬蟹的體型較小、雌性的蟬蟹較大。因此雄蟹與雌蟹的辨別主要是以腹足的有無來進行分辨。

表一、雄雌外觀分辨

雄性	雌性
 <p>a.外觀體型相似</p>	 <p>a.外觀體型相似</p>
 <p>b.尾節較窄、短</p>	 <p>b.尾節較寬、長</p>
 <p>c.無腹足</p>	 <p>c.有腹足</p>
 <p>d.頭部樣子相像</p>	 <p>d.頭部樣子相像</p>

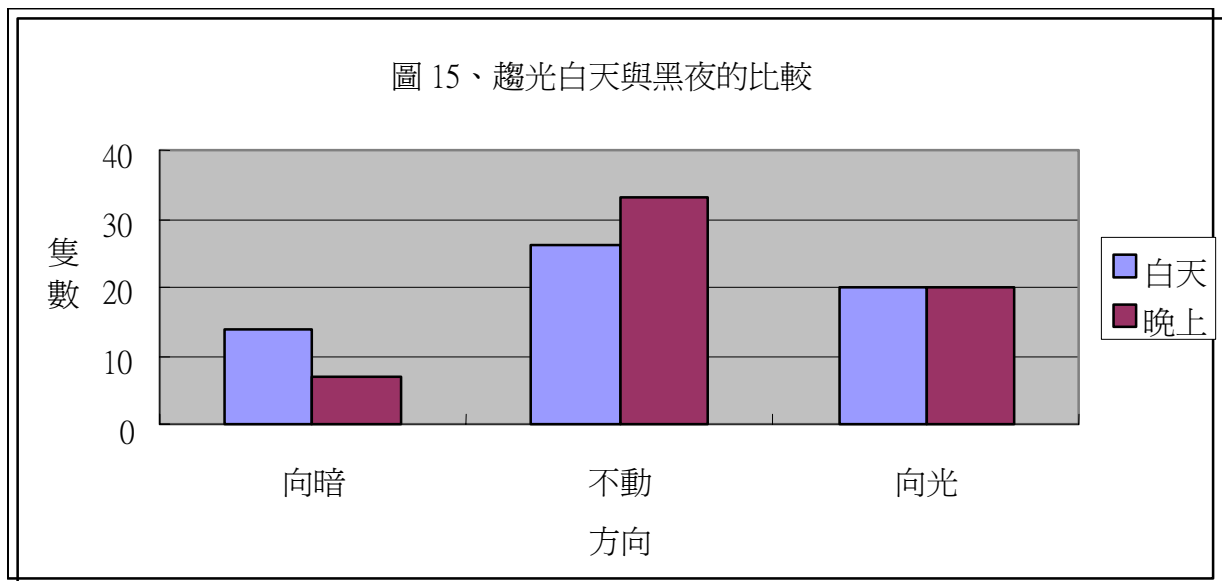
三、蟬蟹的行爲習性觀察

(一) 運動方式：

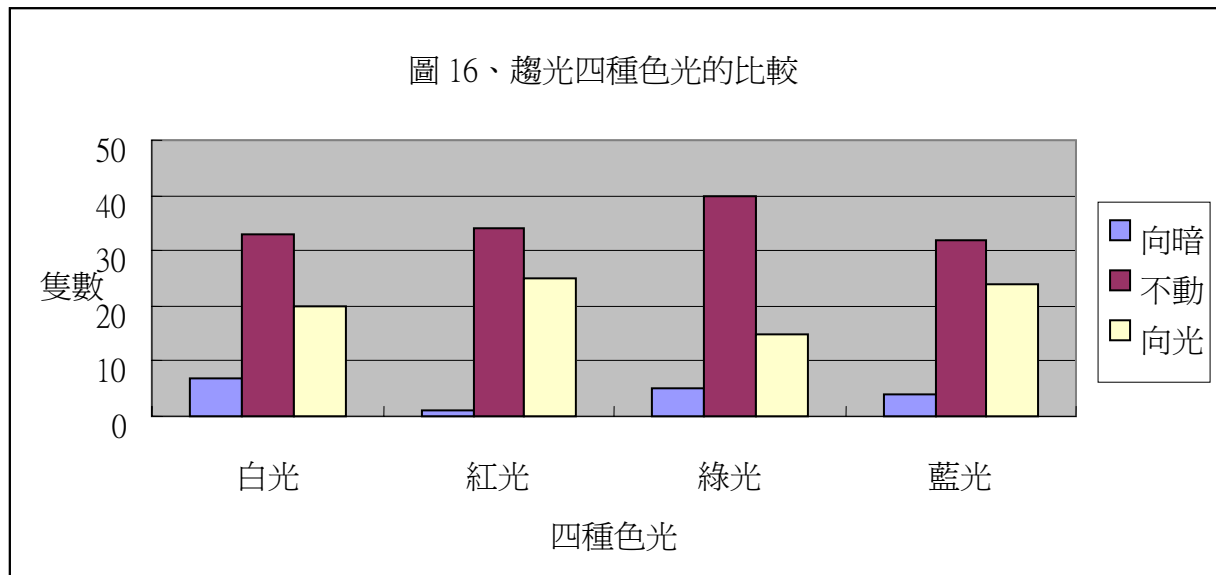
1. 蟬蟹在游泳和潛沙時，都是利用尾足做螺旋運動來帶動身體移動；在游泳時，作用就像螺旋槳一樣，扁平的步足在游泳時並沒有運動，要轉向時，蟬蟹是利用身體傾斜使方向改變。
2. 潛沙時，尾足會先將沙石撥開而後再用步足把沙石向上推，使身體埋入挖出的洞中。

(二) 趨光反應：

1. 白天與晚上表現趨光性的比較：比較蟬蟹在白天和晚上對光反應的差異，發現在白天的實驗中蟬蟹大多對光沒什麼反應，幾乎都是呈現不動的現象；而在晚上的實驗中發現蟬蟹大多都是往有光的地方跑。



2. 四種不同色光表現趨光性的比較如果只看有動的數據的話，往紅光與藍光的數量較多。



(三) 潛沙速度：

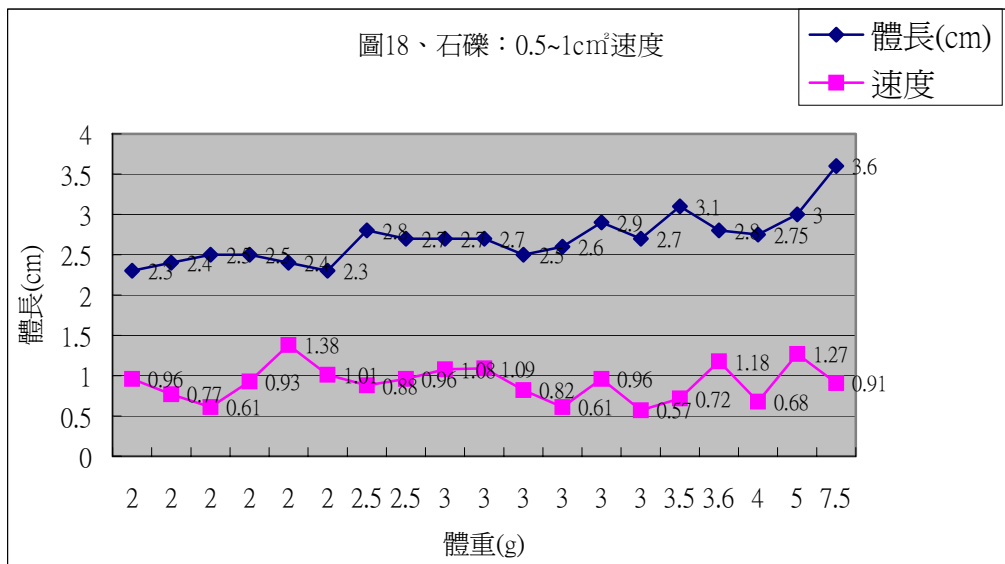
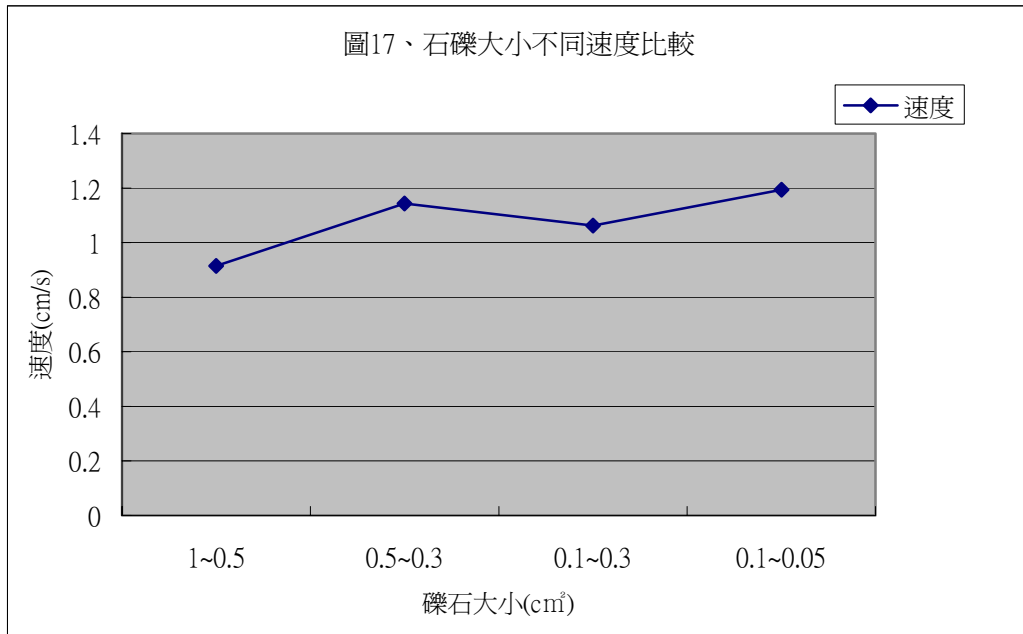
1. 在這次的實驗中，我們使用生物統計的概念(Student T)，計算潛沙速度與礫石的關係，發現潛沙速度會受到礫石顆粒的影響（如表二）。

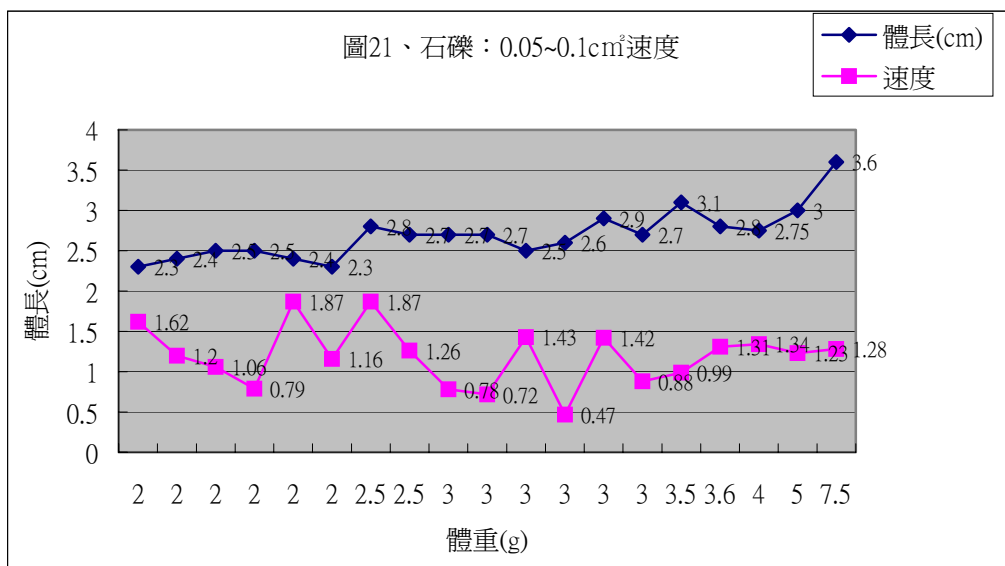
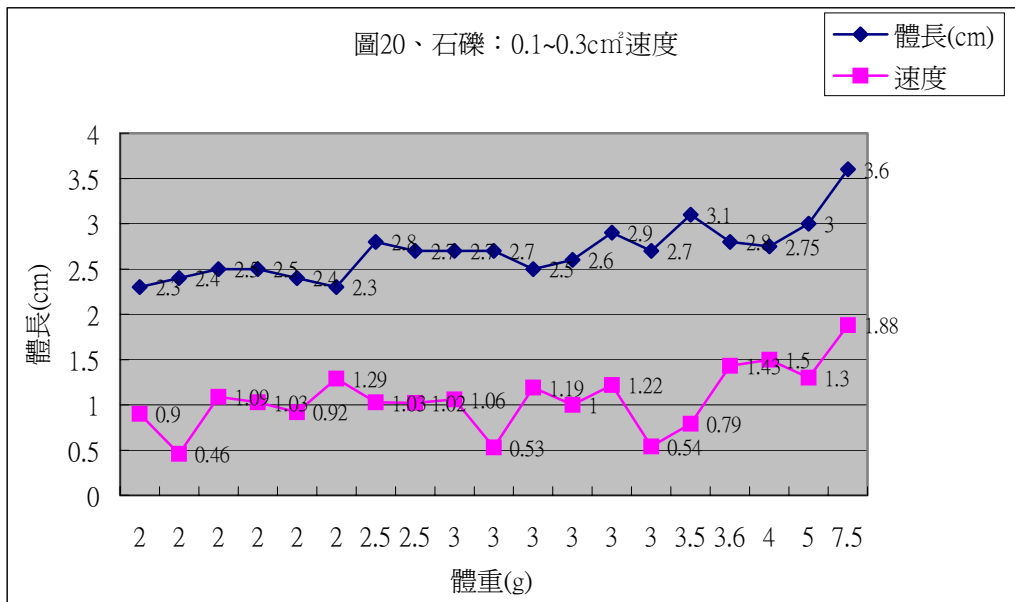
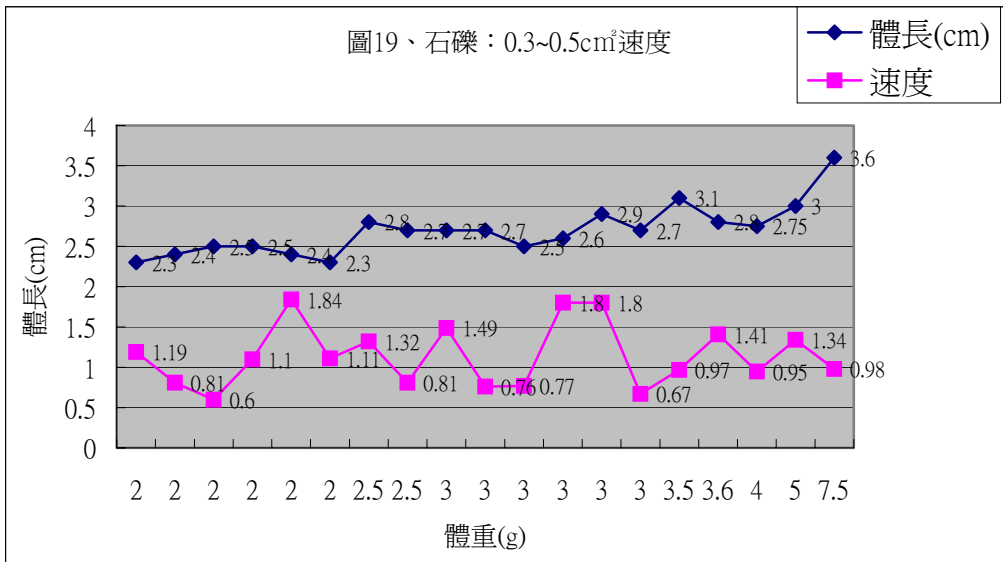
表二、礫石大小與速度變化的比較

	礫石大小 cm ²	平均礫石大小	平均礫石大小 變化百分比	潛沙平均速度 cm/sec	平均速度 變化百分比
第一組	0.5 ~ 1	0.75	-	0.92875	-
第二組	0.3 ~ 0.5	0.4	53%	1.107273	19%
第三組	0.1 ~ 0.3	0.2	27%	1.081739	16%
第四組	0.05 ~ 0.1	0.075	10%	1.124348	21%

2. 顆粒大小由 0.5cm²~1cm²變更至 0.05cm²~0.1cm²時，平均速度提升 21%，當礫石顆粒大小變小時，蟬蟹的潛沙速度明顯提升，蟬蟹的潛沙速度明顯的有受到礫石大小影響。但倘若礫石顆粒大小接

近，如 $0.3\text{cm}^2\sim 0.5\text{cm}^2$ 和 $0.1\text{cm}^2\sim 0.3\text{cm}^2$ 比較，潛沙平均速度由 1.107273cm/sec 變成 1.081739cm/sec (提升-2%)，受礫石大小影響較不顯著，但是速度還是會受礫石大小影響。(請參閱圖 17~21)。





3. 除了礫石大小，我們還判斷蟬蟹的體型和重量對潛沙速度是否有影響，統計計算結果發現體型和重量對潛沙速度都沒有影響。

(四) 磁場影響：在實驗中，我們測出蟬蟹在磁場 7.5T 以下必沒有反應，我們觀察到蟬蟹在 7.5T 以下的電磁鐵中，只會到處亂跑，對磁場完全沒有反應。

(五) 抱卵行為：雌性蟬蟹在抱卵的時候，經常會以步足撥水使卵能接受清新的水流來吸收足量的氧氣，腹足也會不停的擺動和翻攪卵，使每一顆卵都能獲得氧氣；而且在抱卵的時期，蟬蟹特別敏感，稍微有些風吹草動就會立即採取躲避的行動。



圖 22、抱卵的母蟬蟹



圖 23、撥開尾節後，可以看到許多橘黃色的卵



圖 24、取下的卵中，有已成型的小蟹



圖 25、孵出的小蟹

(六) 脫殼行爲：在蟬蟹脫殼前，蟬蟹會變的沒有活力，之後蟬蟹的尾節和背甲連接處會裂開，脫殼後的個體會從裂縫處跑出來，脫殼後的蟬蟹身體顏色會變透明，殼也會變軟，背甲顏色變淡，脫殼時間約爲 15 分鐘，過一段時間後顏色會變紅，再過九天以後顏色會漸漸恢復。(圖 26、27)

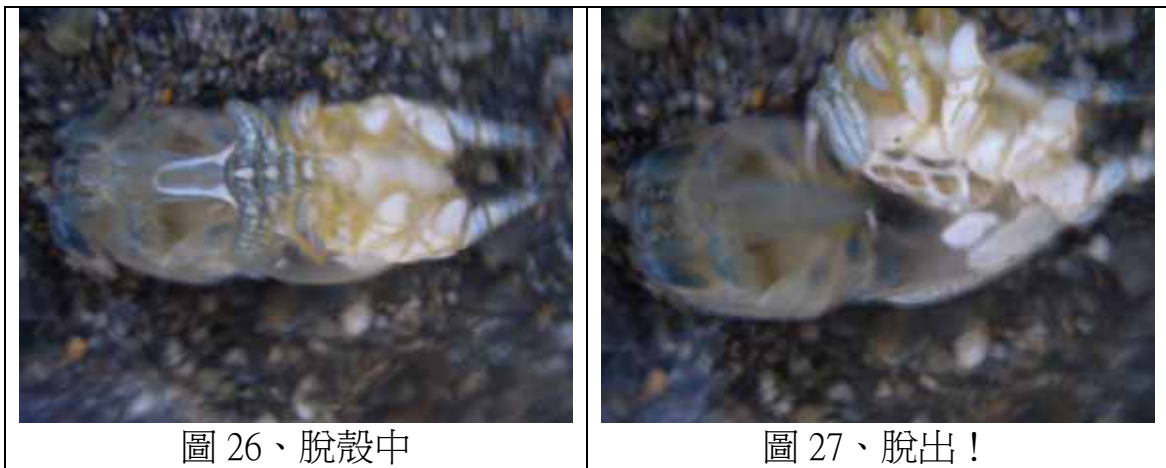


圖 26、脫殼中

圖 27、脫出！

陸、討論

一、蟬蟹是一種分布很廣的動物，不僅僅出現在台灣蘭嶼、東部沿海附近，在環太平洋也都有蟬蟹蹤跡，目前在台灣西部和北部已經很少發現他們的蹤跡，在台東、蘭嶼和墾丁還有蟬蟹的蹤影；目前台灣所發現的蟬蟹全部共分五個品種：截額 (*Hippa truncatifrons*)、側指 (*Hippa adactyla*)、橢圓 (*Hippa ovalis*)、讚嘆 (*Hippa admirabilis*) 與太平洋蟬蟹 (*Emerita analoga*)，長相雖然都非常類似，但仍然有稍微不同的地方；而我們所捕捉到的蟬蟹，在經過資料比對後，確認全部都是橢圓蟬蟹。蟬蟹的天敵大多爲魚類和海鳥，尤其，沿海魚類更是對蟬蟹生存的一大威脅；蟬蟹屬於環境中的清除者，

大多以屍體為食，也會食用蝦子和魷魚。

二、蟬蟹族群生態調查

(一) 蟬蟹的外觀比較分辨不出雄、雌的差別，需要檢查牠們尾節下的腹足才有辦法判斷(有腹足的是母的、沒有的則是公的)；依據我們的推測，蟬蟹的圓形身軀和花紋是爲了和所生活的環境做結合，並形成保護色；因爲蟬蟹大部分的時間都在沙中，眼睛都已經退化了，全身上下的纖毛就成了在沙中移動時最方便的感覺器官；腹部的尾節，是要用來保護身體和所產下的卵不讓其他動物掠食；再來就是扁平狀的步足，是方便在水中和沙中行動，最重要的是蟬蟹強而有力的尾足，是游泳、掘沙最主要的工具。

(二) 在三月下旬我們曾在七星潭試抓有無蟬蟹，3/22 當天收穫只有七隻而已，但兩個星期後我們再來捕捉，收穫是零，我們認爲因爲七星潭沙灘上常常有觀光客活動，因此影響到蟬蟹的棲息區域。

1. 崇德海邊的蟬蟹數量在是花蓮最多的，在 3/25、4/14 進行採樣時都只捉到 7 隻也是出乎意料之外，可能是之前也有亞洲水泥的工人在這裡舉辦活動，內容就是比賽捕捉蟬蟹，使蟬蟹數量大量削減，我們做了以下的三點推論：

(1) 因爲之前捕捉的地點是在人群來往比較多的七星潭，並沒有收穫，這次到人群較少的崇德海邊，總算有所斬獲。

(2) 崇德的沙子比七星潭的沙子還來得細，便於蟬蟹在沙中行動，是一個

比較適合蟬蟹生存的環境。

(3) 蟬蟹雖然是人們餐桌上的佳餚，但在台灣蟬蟹的數量越來越稀少了，所以我們應該要節制自己的口腹之欲，避免讓我們大自然中的小生物絕跡。

2. 在5月22、26、29日，這三天我們到康樂村海邊捕捉蟬蟹，收穫分別是3、7、10隻，而且抱卵蟬蟹的數量很多，我們做了以下的兩點推論。

(1) 因為康樂村海邊就有漁港，常丟一些不要的魚到海裡面，就可以成為蟬蟹的食物，也有很多的海蟲在這生活。

(2) 康樂村海邊是比較偏僻的海邊，所以受人為干擾也較少。

三、蟬蟹的行爲習性觀察

(一) 運動方式：將蟬蟹的運動方式與生活環境類似的螃蟹做比較。(如表

3)

表3、相似螃蟹的比較

	蟬蟹	豆型拳蟹	勝利黎明蟹
居住環境	沙質性海岸	溼地	沙質性海岸
外型	卵形	圓形	盤型
步足形狀	扁平狀	尖銳	扁平狀
步足排列	集中在腹部下方	身體周圍	身體兩側
移動方式	後退	直行	橫行
掘沙方式	後退	後退	後退

可以發現雖然掘沙方式都是後退，但居住在相同環境下的螃蟹（蟬蟹與勝利黎明蟹）的步足形狀都是一樣的，但推測是因為外型的關係而使移動方式略為不同，與步足的排列方式可能也有關。

(二) 趨光反應：我們經過迷津實驗之後，依據實驗的結果再配合上所查閱的資料，我們有下列兩點推測：

1. 因為在白天的實驗中，光害的影響太大造成蟬蟹都呈現不動的現象，晚上光害較小，所以蟬蟹會往有光的地方跑，就像許多昆蟲，例如：蛾類、甲蟲類等一樣，因此推測出蟬蟹會對光有正趨性。
2. 利用不同色光在夜晚做趨光實驗時，若不計算不動的次數，則蟬蟹對紅光和藍光的趨性較為明顯，對白光和綠光的趨性較弱。

(三) 潛沙速度：在潛沙實驗中，我們發現石礫大小雖然會影響到移動的速度，但若是每組石礫的平均大小差距不大時，對蟬蟹移動速度的快慢影響並不大。

(四) 磁場影響：實驗中我們發現：磁場並不會改變蟬蟹移動的方向。

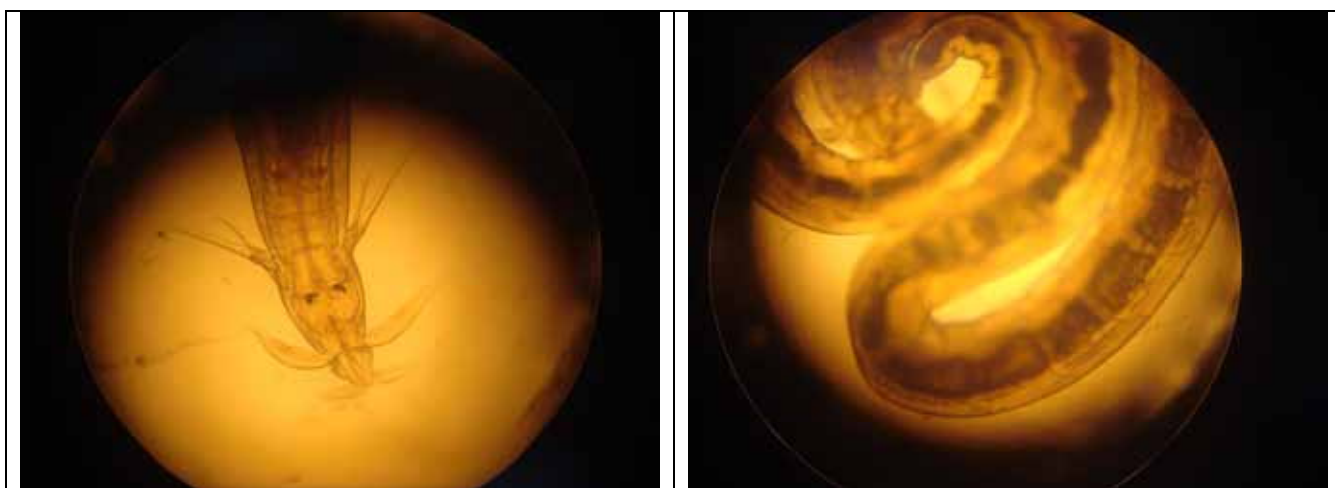
(五) 抱卵行爲：雌蟬蟹在抱卵時所展現的特殊行爲，或許是爲了確保子代能夠確實的繁衍。此外，在6月9日，意外的在水缸中發現孵出的小螃蟹，身體呈透明，並不會移動，每隻大約身長一公釐。

(六) 脫殼行爲：

1. 脫殼是節肢動物爲了成長所必須的，因爲外骨骼並不會隨著時間而長大，所以必須藉由脫殼行爲增加生長空間，而脫殼後也是他們最脆弱的時候，因此在脫殼後蟬蟹除了覓食外，大部份的時間都會躲到隱密的處所等待新殼變硬能夠保護柔軟的內裡後，才會再次出外活動。

2. 脫殼後，顏色會變成半透明的，經過兩週後才會漸漸恢復，蟬蟹的體長和體重也都會增加，也有些特例是顏色改變，或許是爲了適應新的棲息環境（海岸邊→水族箱，灰色→橘色）。

四、意外的在飼養蟬蟹的大魚缸中發現了寄生蟲，可能是寄生在蟬蟹身上的，或是純粹生長在海水中的小生物。（如圖所示）



柒、結論

在我們的生活中，有無數的生物正在消失，但是數日前還有新聞報導說蟬蟹具有壯陽的效果，其實我們曾經聽食用過蟬蟹的人說過，他食用後只有覺得味道好吃而已；所以我們大大地懷疑新聞的真實性，許多報導都是一些商人的胡言亂語，想藉機賺取錢財而已。我們應該保護和我們息息相關的生物，像蟬蟹的數量逐日劇減，我們希望政府有保護的政策，能讓蟬蟹有更多的生活空間，並且呼籲民眾不要濫捕濫殺，不只是蟬蟹，還有我們的大海、我們的高山，給我們後代一個美好的未來，也讓我們後代子孫有機會認識這可愛的『倒退ㄉㄨ』。

捌、參考資料

- 一、 <http://216.7.174/sandcrabs/docs/intromonitoringslidesHTML/%27sturtHere.htm>
- 二、 <http://216.7.174.234/sandcrabs/history.asp>
- 三、 <http://www.weland.org.tw/trip/class/crab/crabmain.htm>
- 四、 <http://www.jhes.km.edu.tw/lieyu/comtent3/ame3.htm>
- 五、 <http://dorcus.blogsome.com/>
- 六、 無脊椎生物學(下冊) 淑馨出版社

玖、致謝

特別感謝指導老師，這一年多來陪在我們身邊經歷風霜雪月，不斷給予指導和關切，也感謝各位支持我們做科展的人，並再次感謝各位老師帶領我們參與科展，並且給予我們適切的指導與建議。

【評語】 040709 往前走，側著走還是倒著走好—倒退ㄉㄨ

1. 最佳鄉土教材獎，可嘉。
2. 實驗內容與主題不適切，應該在「走」的實驗項目與數據做更多的設計實驗。
3. 同學在砂礫中尋找鄉土的生物為實驗材料，精神可嘉。