

中華民國第 57 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國小組 生物科

最佳(鄉土)教材獎

080303

沙層裡的生機—美食奧螻蛄蝦穴居生活的研究

學校名稱：彰化縣溪州鄉水尾國民小學

作者： 小六 鐘啟睿 小六 黃子馨 小六 鐘宜珈 小五 詹佩蓁	指導老師： 吳建儒 林碧珊
---	---------------------

關鍵詞：蝦猴、築穴、繁殖

## 摘要

本研究探討美食奧螻蛄蝦(蝦猴)如何在沙層下穴居，利用自製海水循環系統模擬環境，以透明夾層進行實驗和觀察，並嘗試人工飼養及繁殖，發現：

- 1.相同採集點雄雌數量有明顯差異，隔離飼養可讓蝦猴順利脫殼生長。
- 2.蝦猴螯掌被拉扯會觸發攻擊行為，頭部受刺激會向後彈射 3 至 4.4 倍體長的距離。
- 3.蝦猴築穴分探索期、半穴期、第二探索期和成穴期，巢穴形狀呈 Y 字型，雄雌挖穴率有明顯差異，並利用潮汐及洞穴結構造成水流覓食。
- 4.室內實驗證實蝦猴能以水流為媒介尋找異性，雄雌巢穴有共用出入水孔或挖聯絡道相通的情形；蝦卵孵化後幼體有漂浮期和沉降期，沉降後會挖穴進入沙層。

我們揭開蝦猴在沙層裡的神秘面紗，也希望大家正視潮間帶生物逐漸消失的問題。

## 壹、研究動機

在芳苑與伸港沿海潮間帶的沙地上，每次當海水退潮後，會留下許多小小的孔洞，每個孔洞在沙地上的圖案都獨一無二(如圖一)，吸引我們停下腳步，仔細一看，有部分的洞穴正像噴泉一樣從洞中冒出沙子來，我們覺得很有趣，詢問當地的漁民，他們說這是”蝦猴洞”，蝦猴是美食奧螻蛄蝦的俗稱(本實驗皆以蝦猴簡稱)，牠是沿海潮間帶的底棲生物，從幼體到成蝦，一生都會在洞穴裡生活，我們對這樣的生物感到高度的興趣：「牠們在沙層下有哪些我們不知道的行為？如何挖出一條條洞穴又彼此不會干擾呢？一個巢穴一隻蝦猴，那牠們怎麼產生下一代呢？」查閱相關的研究和探訪專家之後，發現現有的資料並無法解答疑問，於是我們決定針對蝦猴在沙層下的穴居生活，做更進一步的探討。



圖一、退潮後，出入水孔留下的美麗圖案

作品與教材相關性

翰林版 自然與生活科技領域 四上 第二單元 水生生物的世界

翰林版 自然與生活科技領域 六上 第三單元 生物、環境與自然資源

## 貳、研究目的

- 一、美食奧螻蛄蝦的採集與飼養。
- 二、探討美食奧螻蛄蝦的防衛行為。
- 三、探討美食奧螻蛄蝦的築穴行為。
- 四、探討美食奧螻蛄蝦的繁殖行為。

## 參、文獻探討

### 一、物種鑑定

在台灣生物多樣性資訊入口網及台灣生命大百科等網站，都有其資料，摘要如下：

螻蛄蝦科現有的紀錄有兩屬八種，美食奧螻蛄蝦 *ustinogebia edulis* 分佈於臺灣的淡水以南，雲林麥寮以北的潮間帶。因外形有「肚猴」般的頭型，又有蝦子般的尾部，所以俗稱「蝦猴」或「鹿港蝦猴」。

分類地位如下圖：

Kingdom	Animalia	動物界
Phylum	Arthropoda	節肢動物門
Class	Malacostraca	軟甲綱
Order	Decapoda	十足目
Family	Upogebiidae	螻蛄蝦科
Genus	<i>Austinogebia</i>	奧螻蛄蝦屬
	<i>Austinogebia edulis</i>	(Ngoc-Ho & Chan, 1992) 美食奧螻蛄蝦

### 二、美食奧螻蛄蝦相關論文

我們找出和美食奧螻蛄蝦相關的期刊、論文：林鳳嬌 (1995)、白志年、黃淋智、劉富光 (2006) 和彭紹宏 (2009) 共三篇，依序如表一，針對我們的研究目的決定研究方向。

表一、美食奧螻蛄蝦相關文獻彙整表

	文獻一	文獻二	文獻三	探討的方向
採集	無	向漁民購買抱卵母蝦	利用抽水機沖毀巢穴取得蝦猴	嘗試用傳統工具來人工採集
飼養	無	嘗試飼養成蝦，但失敗	無	嘗試建置適合成蝦居住的水體
築穴歷程	無	無	無	嘗試自製裝置，觀察蝦猴沙層下的動作
巢穴結構	灌模取得洞穴結構	無	樹脂灌模取得洞穴結構	嘗試以不傷害蝦猴生命的方式取得巢穴結構
繁殖	記錄繁殖期與探討幼體變化	孵化蝦卵，探討幼體變化	部分巢穴模型有少數雌雄巢穴相通	嘗試證實雄雌巢穴相通的可能，探討交配行為
其他行為	無	幼體有彈跳行為	無	觀察蝦猴是否有其他行為，如避敵、攻擊等

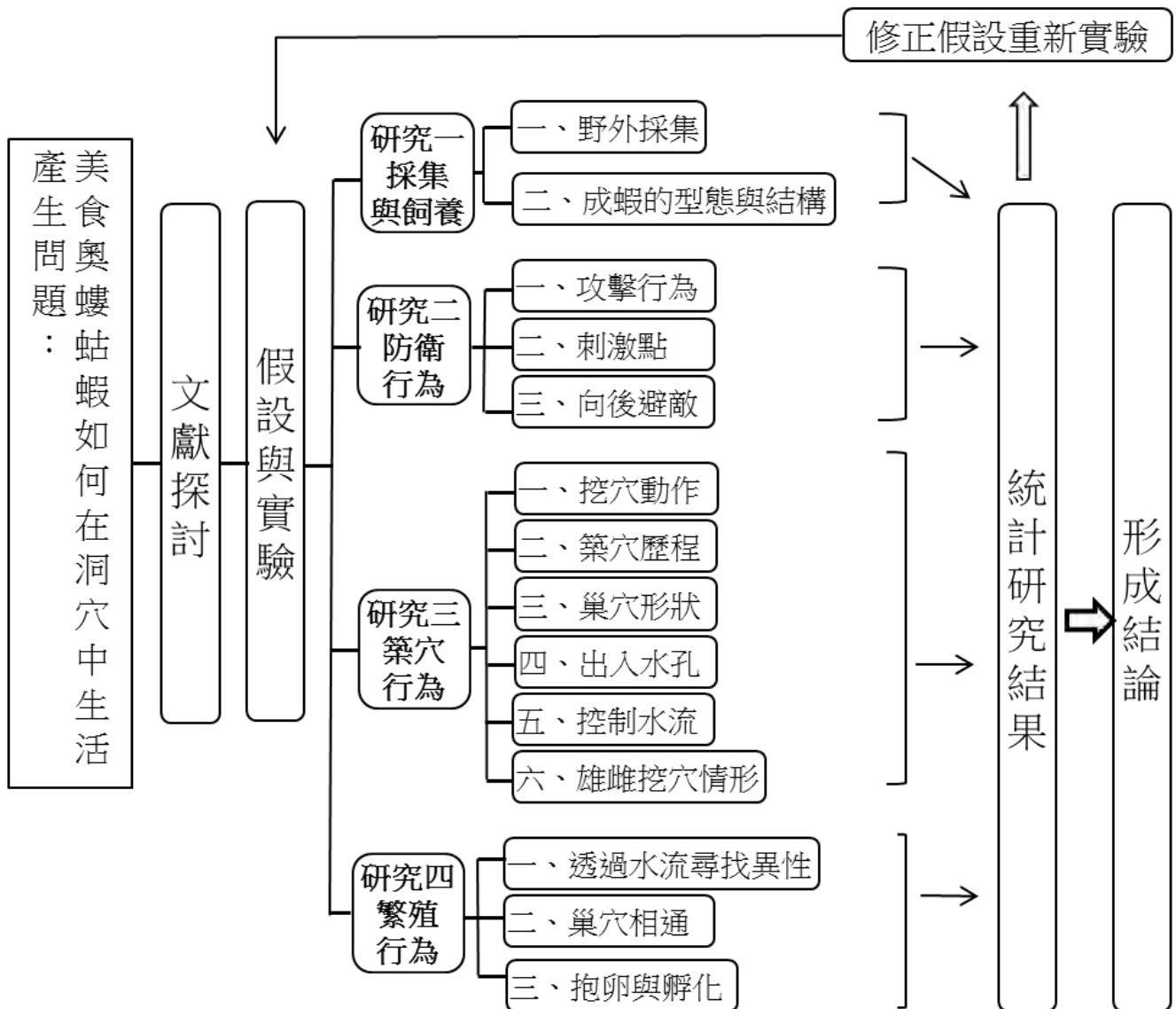
## 肆、研究設備及器材

一、採集器材：蝦猴耙、白鐵叉、養殖盒

二、飼養器材：水族箱(3 尺\*1.5 尺)、過濾桶、冷卻機、蛋白機、飼育盒、LED 燈具、打氣機、氣石、計時器、活石、海水

三、實驗器材：波力桶、過濾器材、沉水馬達、玻璃夾層、長尾夾、塑膠水管、壓克力管、分隔板、海沙、海水、相機、攝影機、顯微鏡、尺

## 伍、研究過程或方法



圖二：實驗流程與架構圖

## 【研究一】美食奧螻蛄蝦的採集與飼養

### 一、野外採集

#### (一)方法：

##### 1.採集地點：王功螻蛄蝦保育區外圍

彰化區漁會在芳苑鄉王功漁港出海口，劃設42公頃的蝦猴繁殖保育區(圖三)，17.5公頃為核心區，除學術研究外，全年禁止採捕各類水生動植物，其餘範圍是養護區，僅供教學、體驗活動，開放示範採捕螻蛄蝦，完後原地放生，不得帶出保育區。我們步行至保育區，蝦猴分布密集處進行實地踏查，而在保育區外圍進行蝦猴採集作業，帶回學校飼養進行研究。



圖三：1.王功螻蛄蝦保育區位置圖、2.採集區示意圖

##### 2.採集工具：



特製白鐵叉：漁民用來捕捉紅蟲，退潮時，直接深入沙地 50 公分深，快速產生缺口。



蝦猴耙：當遇到混合著海水的泥沙時，可以將沙挖出，減少海水帶來的阻力與重量。

圖四：蝦猴採集工具

##### 3.捕捉方式：

尋找蝦猴洞分布密集的地方，以直徑一公尺的呼拉圈定位，用圖四中的白鐵叉沿外圈破壞彎曲的蝦猴洞穴，再用蝦猴耙，把挖出來的沙土堆在洞穴旁，深度 50 公分，海水混濁後，蝦猴因呼吸不順，便會浮出水面，採集完後回填挖出的泥沙。(如圖五)



尋找蝦猴洞



以呼拉圈作為挖掘的範圍



利用白鐵叉破壞蝦猴洞穴



用蝦猴耙將海水中的泥沙耙出



用勺子將海水舀出來



將海沙圍在挖掘處的周邊



呼吸困難的蝦猴會浮出水面



捕捉到幼蝦，放回沙地繼續長成

圖五：採集蝦猴的過程

(二)結果：

表二：採集蝦猴地點座標及隻數紀錄表

採集地	23°58'25.6"N	23°58'28.4"N	23°58'31.3"N	23°58'28.9"N
座標	120°19'21.0"E	120°19'17.8"E	120°19'16.0"E	120°19'19.8"E
隻數	38(雄：8 雌：30)	54(雄：39 雌：15)	75(雄：23 雌：52)	46(雄：31 雌：15)

(三)發現：

在採集之前，認為同一區域內雄雌蝦猴數量應該相距不遠，但在表二中可發現四個地點採集到的數據，雄雌數量差距頗大，顯示雄雌蝦猴築穴的環境條件需求並不一致，是否與地形、水流等有關，則有待進一步的研究。

## 二、成蝦的型態與結構

(一)飼養方法：

- 1.以水族箱(3\*1.5 尺)養殖，水體內包含海水、活石、過濾系統、蛋白機。(如圖六)
- 2.飼養蝦猴之前，在水體放入活石，先養水一個月，每日照燈 8 小時，海水比重約為 1.024 至 1.028 g/cm<sup>3</sup>，夏季使用海水冷卻機，水溫維持在約 25 度。

3. 為避免互鬥導致死亡，用上下隔開的飼育盒養殖，在盒上編號，以吸盤固定於缸壁，方便觀察，若有死亡的蝦猴，能及時發現，以免汙染水質。
4. 定時刷缸壁上孳生的藻類，除了避免水質變差，也能作為蝦猴的食物。



蛋白機：利用氣泡增加空氣與海水接觸的面積，除去有害的物質，增加水的溶氧量。

活石：初期為穩定水質狀況，附著於表面的藻類，能成為優異的生物過濾系統。

雨淋管：呈 45 度角直接對著缸壁噴，可以增加水的含氧量又不會造成水面動盪。

飼育盒：內附活動式隔離座，一個盒子可飼養兩隻蝦猴，吸附在缸壁，易觀察。

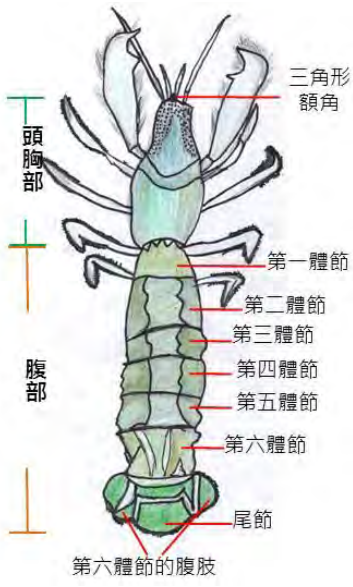

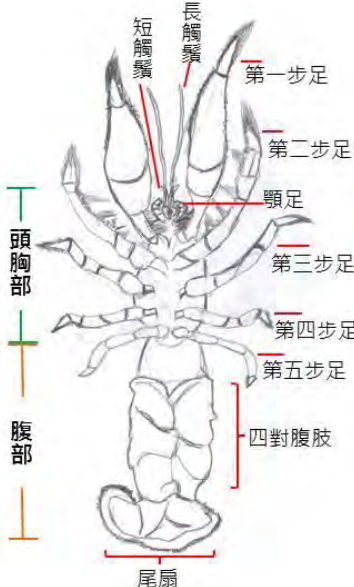

圖六：人工養殖蝦猴裝置說明

## (二)結果：

在室內建置水體，用飼育箱隔離式飼養的方式，可以讓成蝦持續覓食、脫殼，維持身體的生長。另外，目前尚無方法界定蝦猴的年齡，成蝦以觀察體長變化為主，發現雄蝦脫殼的周期較雌蝦短，約 25-30 天，而雌蝦則為 40-45 天，脫完殼後，外殼變軟，體質虛弱，是最脆弱的時候，而脫下的舊殼可以當作補充鈣質的食物，有利於讓牠的外殼變硬。我們將成蝦各部位構造及功能，用文字描述和圖片呈現如下：

1. 蝦猴背面與腹面型態觀察(如表三)：

表三：蝦猴背面與腹面結構說明

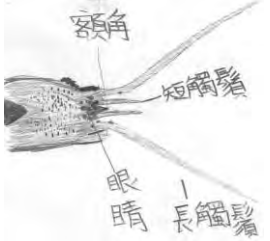



背 面		腹 面	
			

頭胸部：由頭部和胸部組成，外層的甲殼薄軟，有三角形額角。具有觸鬚、顎足、眼睛和五對步足等構造。







腹 部：七節體節組成，最後一節扁平成長方形，稱為尾節。雄蝦第一體節不具腹肢，雌蝦則有一對退化的細小腹肢，從第 2 到第 6 體節都具有一對腹肢。

2. 蝦猴各結構描述與圖片(如表四)：

表四：蝦猴各細部結構介紹

部位	描述	手繪圖	部位	描述	手繪圖
觸鬚	絲狀，一直線，中間無轉折處，兩對，位於眼睛下方，短觸鬚在內，長觸鬚在外，長度比約為 2：5。		眼睛	位於額角及觸鬚之間，用強光照射眼睛，並無反應。	
顎足	共有三對，位於口器處，具攝食功用。第一對步足過濾完食物後，利用顎足將食物送入口中。		第一步足	分五節(基節、長節、腕節、掌節及指節)，成鉗狀，足上有剛毛，雄蝦寬且長，雌蝦細長，具有濾食、威嚇和挖沙的功能。	



<p>第一步足</p>	<p>構造同第一步足，成爪狀，剛毛的數量略少，較第一步足略微細短，負責挖沙及爬行。</p>		<p>第三步足</p>	<p>構造同第一步足，成爪狀，掌節較第二步足略短，長節無剛毛。</p>	
<p>第四步足</p>	<p>構造同第一步足，成爪狀，長節變得較細，只有掌節有剛毛。</p>		<p>第五步足</p>	<p>長節長度變短，腕節和掌節的長度變長，剛毛短，只出現在掌節。</p>	
<p>腹肢</p>	<p>腹肢表面有弧度，能有效的撥動水流，具游泳功能。</p>		<p>尾扇</p>	<p>第 6 體節的腹肢向後延伸，和尾節組合形成尾扇。</p>	

3.雄蝦與雌蝦形態上的差異(如圖七)：

			
<p>雄蝦：第一對步足較大</p>	<p>雌蝦：第一對步足較細長</p>	<p>雄蝦：第一腹節沒有腹足</p>	<p>雌蝦：第一腹節具有一對特化的腹足</p>

圖七：雄雌蝦猴的辨別方式

(三)發現：

蝦猴的身體構造似乎是為了在潮間帶立足而打造的，螯掌具有挖沙、威嚇和濾食的功用；步足除了協助挖沙、步行，也能清理身體；當遇到危險時，靈活的腹部會彎曲，向後彈射，再運用腹肢游離危險，在之後的實驗中我們要進一步探討這些行為，這可以幫助我們解牠如何可以戰勝變化劇烈的環境，善用身體的構造在沙層生存。

【研究二】探討美食奧螻蛄蝦的防衛行為

從林鳳嬌 (1995) 知道有「一穴一蝦猴」的習性，但又從彭紹宏 (2009) 發現原來有少數蝦猴洞是相通的，因此，我們假設蝦猴在巢穴中相遇會有「攻擊」和「避敵」的防衛行為，「攻擊」是侵略性的前進行為；「避敵」是後退的閃躲行為。

## 一、攻擊行為：當蝦猴相遇時，會有怎樣的攻擊行為呢？

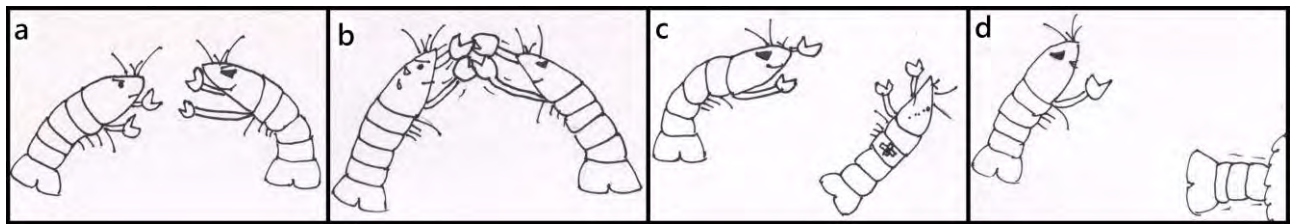
### (一)方法：

- 1.隨機挑選四隻蝦猴，先放兩隻到透明水槽內，每隔十分鐘再依序放入其他兩隻。
- 2.觀察二十組，將攻擊行為記錄下來，在圖八整理歸納蝦猴的攻擊模式。

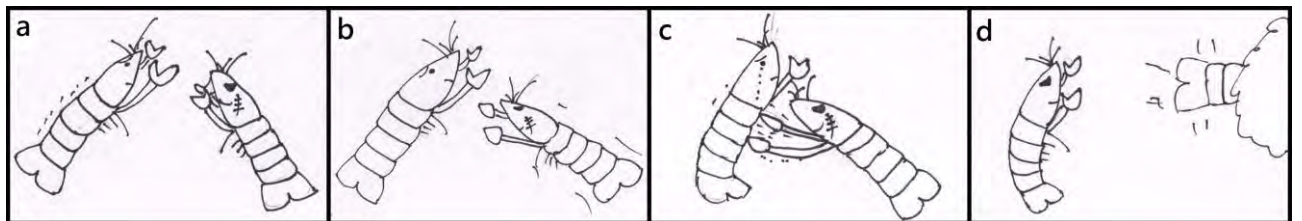
### (二)結果：

實驗中我們嘗試不同的組合，蝦猴的數量 2-4 隻，搭配不同性別、不同體長，整理觀察的紀錄之後，我們認為蝦猴的攻擊本能不會因不同性別和體長而有差異，觀察發現，蝦猴有很強的趨地性，除了休息，活動時間大部份的動作都是往下鑽，牠們會頭部向下，螯掌和第二對步足向前探索，如果遇到堅硬的物質便會轉向，當行進中螯掌如果遇到拉扯的力道，才會產生激烈的攻擊，我們將觀察到的攻擊模式整理如下：

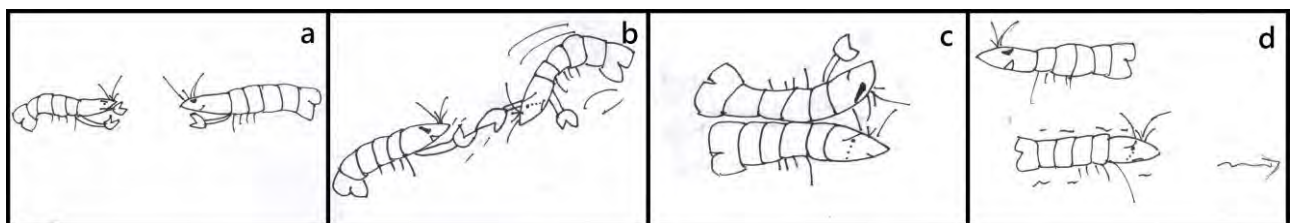
1.角力：以螯掌相鬥、對峙，其他步足和腹肢輔助出力，輸方自動游開。



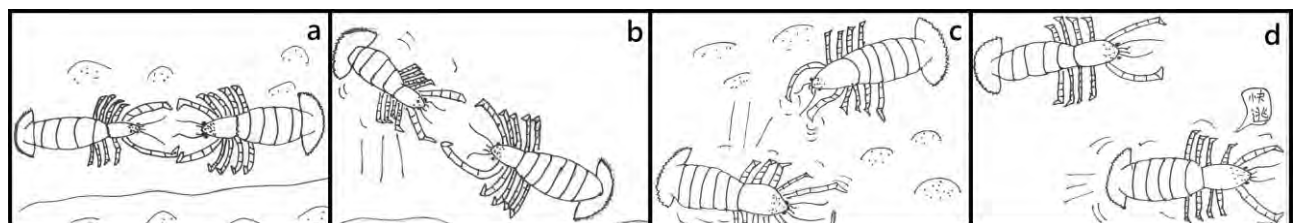
2.側翼突擊：以螯掌攻擊對方腹部，腹部無殼甲保護，是脆弱之處。



3.泰山壓頂：游到對手頭頂，以身體向下施壓。



4.拋甩：強者以螯鉗住對方的螯掌，將對方整隻往旁邊甩。



圖八：蝦猴攻擊行為模式(1.角力；2.側翼突擊；3.泰山壓頂；4.拋甩)

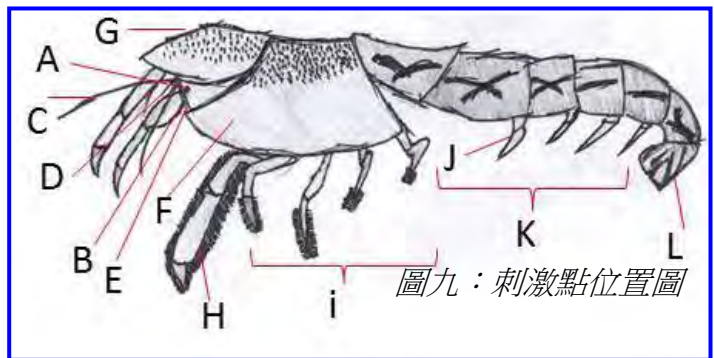
(三)發現：

- 1.研究結果發現，激烈的攻擊行為會導致蝦猴身體受傷或斷肢，雖然可以透過脫殼重新長出，但受傷期間還是很容易死亡，所以如何避免蝦猴觸發攻擊行為，來提高存活率，是飼養蝦猴一個重要的關鍵技術。
- 2.蝦猴在互鬥結束之後，當再相遇，還是會互相攻擊彼此，也發現牠們並沒有呼朋引伴，打群架的社會行為，都是採單兵作戰，因此我們很好奇，蝦猴是群居動物，但生活方式卻是獨門獨戶，不互相往來，那是如何在地底進行繁殖的呢？這也是我們本研究的重點。

二、刺激點：刺激蝦猴哪個部位，反應最激烈？

(一)方法：

在長方形塑膠容器中注水，選擇12處蝦猴可能會有反應的部位(圖九)，用扳直的迴紋針給予刺激，觀察並記錄反應動作。



圖九：刺激點位置圖

(二)結果：

表五是記錄蝦猴受刺激後的反應行為以及激烈程度：

表五：十二處刺激點的反應動作與激烈程度

部位	A 眼睛	B 嘴	C 長觸角	D 短觸角	E 顎足	F 鰓	G 頭頂	H 螯掌	I 2-5 對步足	J 泳足	K 腹部體節			L 尾扇
											一、二	三、四	五	
反應動作	後彈跳一下 尾部捲曲後，向	撥開 用步足將迴紋針	沒反應	沒反應	動作 以顎足做阻擋的	後彈跳 尾部捲曲後，向	速向後游開 先向後彈，再快	以螯掌反擊	撥開迴紋針 用受刺激的步足	沒反應	快速往前游	中速往前游	慢速前進	轉彎 尾部捲起或快速
激烈程度	★★★	★			★	★★★	★★★ ★	★★ ★	★		★★ ★	★	☆	★

### (三)發現：

圖十是當蝦猴受到刺激時，牠的第四-六體節呈現捲曲狀，瞬間伸展，往後彈射，腹肢會配合方向，加速擺動，步足會縮在頭胸部，減少游泳時的阻力，如果脫離危險，要減速時，則將步足伸展開。

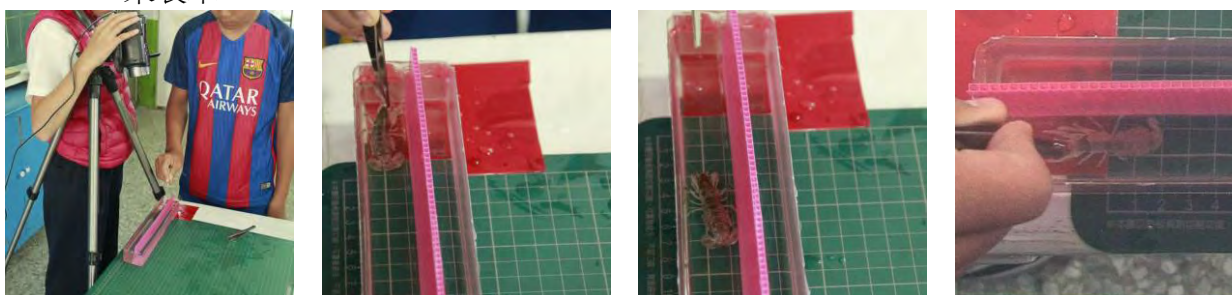


圖十：蝦猴向後彈射連續動作

### 三、避敵行為：蝦猴避敵時，向後彈射游動的能力如何？

#### (一)方法：

- 1.在透明塑膠盒內加入海水，下面墊著有尺規的墊板，作為測量工具；紅色部分是蝦猴的預備區，尾部靠著尺規的起點；用鑷子刺激蝦猴頭頂，並在上方架攝影機，記錄蝦猴後退的長度。(如圖十一)
- 2.取雄雌蝦猴各五隻，每隻刺激兩次後，再換下一隻，以免被刺激到麻痺，而沒有反應，每隻共實驗十二次，去除掉最好和最差的長度數據，其餘十次平均，為蝦猴的避敵後退的平均長度。
- 3.游標尺測量十隻蝦猴體長，在表六中將避敵後退距離與蝦猴體長做比較，並以圖十二來表示。



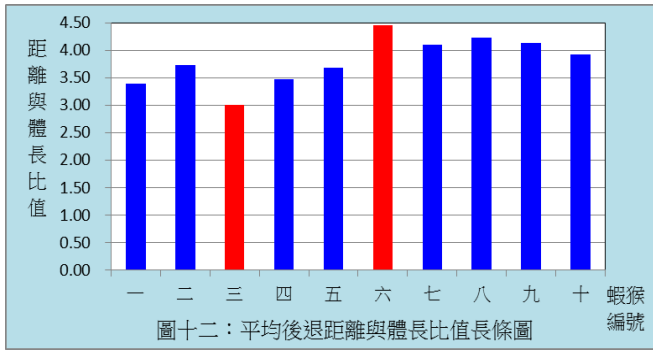
圖十一：避敵行為實驗(拍攝位置與實驗裝置)

(二)結果：蝦猴感受到危險之後，可以瞬間往後彈射自己體長 3 到 4.4 倍的距離。

表六：向後彈射平均距離、蝦猴體長和比值統計表

編號	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
平均距離 (cm)	10.33	15.6	11.49	12.26	13.52	20	17.73	14.43	21.47	15.77
體長(cm)	3.05	4.18	3.83	3.54	3.67	4.5	4.32	3.42	5.19	4.03
比值 (距離/體長)	3.39	3.73	3.00	3.46	3.68	4.44	4.10	4.22	4.14	3.91

(三)發現：



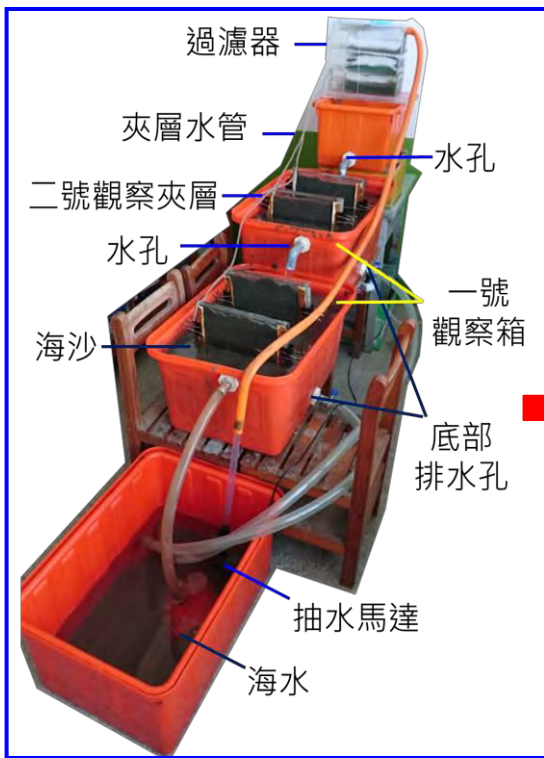
蝦猴築穴於沙層，除了人類這個天敵之外，比較有可能的是俗稱土龍的波露荳齒蛇鰻。蝦猴的游泳能力不佳，當遇敵時，為了要有保命的機會，牠的向後彈射需搭配洞穴的結構，才有可能逃過土龍快速的

掠食，因此我們下一階段想研究蝦猴的築穴行為，解開蝦猴洞的祕密。

【研究三】蝦猴的築穴行為：

在觀察築穴行為的實驗中，主要是以下列兩項裝置中進行。

◎自製海水循環系統(圖十三)：為了讓有限的海沙和海水能徹底利用，將波力桶以階梯式的排列，除了節省空間，也能讓海水不斷的流動，蝦猴才能築穴。



細部放大圖



以馬達抽海水，並設分水裝置，調整水流大小



為使底部水能流動，在箱底開洞，以布隔絕沙

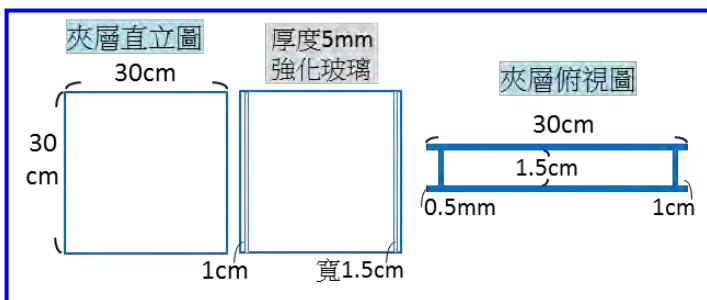


一號觀察箱內放入王功帶回來的海沙



水孔下放塑膠量杯，避免水流造成泥沙流失

圖十三：自製海水循環系統設備說明



圖十四：二號觀察夾層裝置說明

◎二號觀察夾層：為觀察蝦猴築穴行為，設計圖十四的觀察夾層，透過玻璃觀察牠的行為，挖完巢穴後，也能打開玻璃片，清楚呈現巢穴的結構。另外採用玻璃材質作為夾層，主要是在沙子和海水的擠壓下不會變形，造成巢穴塌陷。

## 一、挖穴動作：蝦猴如何利用身體結構來進行挖穴？

### (一)方法(如圖十五)：

- 1.在二號觀察夾層中放沙，以長尾夾固定玻璃，底部用布包著，放入一號觀察箱固定。
- 2.將蝦猴分別放進夾層，利用塑膠軟管以虹吸原理製造水流，觀察記錄挖穴動作。



玻璃夾層：厚度 5 公分  
厘米間隔 1.5 公分



用長尾夾固定，接觸點用泡棉做緩衝



觀察箱沒有封底，是為讓水不會回堵



底部以布包覆，避免沙子流失



壓克力管埋於沙層底部做為定位點



夾層固定於一號觀察箱的海沙上



橡皮管上剪小洞，以虹吸原理引導水流



每夾層放置一雄雌蝦猴，記錄挖穴狀況



兩人同時拉住底部的布，將夾層拔起



水平拿穩，同時拿起長尾夾，避免施力不平均



垂直移開玻璃，才不會破壞洞穴形狀



拍照記錄蝦猴洞穴的形狀

圖十五：用二號觀察夾層實驗蝦猴挖穴情形的方式

### (二)結果：觀察到蝦猴挖穴主要有四個動作

表七：挖穴動作彙整一覽表

動作	照片	動作說明	用途
鐵頭功		以正面的姿勢將頭栽進泥沙中，用螯掌和第二對步足將沙挖出一個小洞	一開始最主要使用的方法，可以鬆土，也可以搬運

螺旋鑽土機		螯掌和第二對步足先挖穴，其他步足旋轉身體，以不同的角度將土挖開	當泥沙較硬時，無法使用鐵頭功，使用此招
黏壁功		用螯掌、第二對步足和顎足將泥沙鋪平，再用其他步足讓泥沙壁緊實	用泥填補沙和沙之間的空隙
神鬼搬運		將沙土用前三對步足配合剛毛夾住，再利用腹部的力量轉身游到洞外放下	在通道裡面最常使用的快速挖土方式

(三)發現：



蝦猴不分雄雌，在挖穴的動作上並沒有差異，在表七中發現牠們會依照遇到的狀況而有不同的動作，就像計算精密的工程師，一步一步的建造牠的地下城堡，令我們佩服的是牠身上的每一個部位都是牠挖穴的工具，讓牠可以從無到有，在沙層裡穿梭。

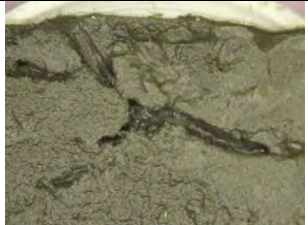

二、築穴歷程：蝦猴築穴時，是一次完成？還是分階段完成呢？

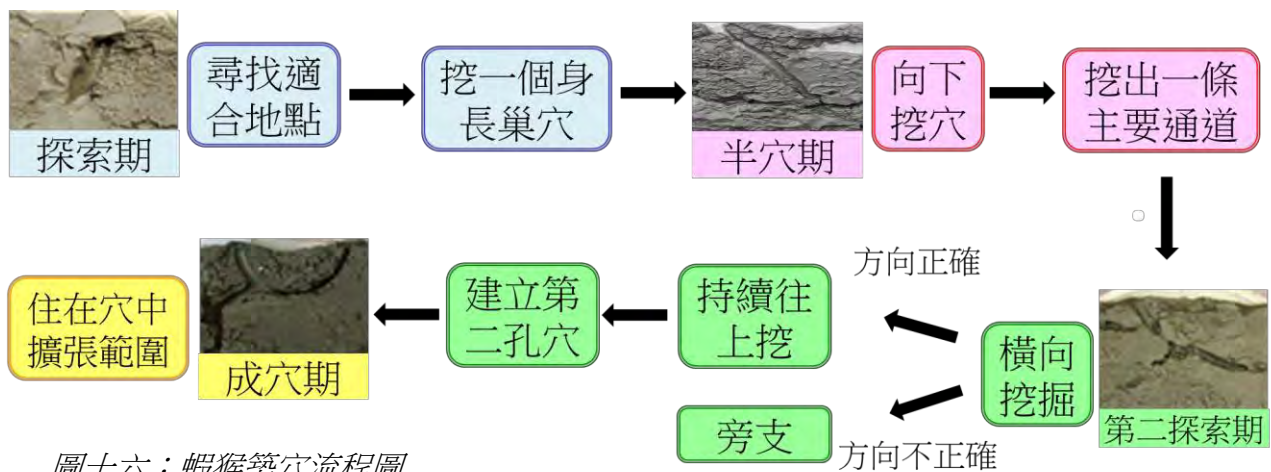
(一)方法：同上子實驗

(二)結果：經觀察後，整理蝦猴從開始挖穴到洞穴完成，可細分為四個時期(如表八)。

表八：蝦猴築穴的四個時期一覽表

時期	說明	築穴進度照片
探索期	1.在沙面游走尋找適合的地點挖穴。 2.找到適合地點後開始往下挖沙，挖至一個身長後，倒轉方向，頭向洞口，以尾部倒退入洞穴內。 3.以步足和身體擠壓洞穴管道，形成光滑且堅固的蝦猴壁。	
半穴期	此時期蝦猴仍會爬出洞穴，重複兩個動作，做單向的挖穴行為： 1.頭向下：繼續挖掘，延伸洞穴 2.頭向上：增厚洞穴管壁，並使管壁光滑	

第二探索期	當蝦猴開始橫向挖穴行為時，就進入第二探索期。這個階段主要是挖出第二個孔穴，從半穴期挖掘的主要通道做探索，當挖掘的通道不適合時，便做為旁支，再回到主要通道繼續挖掘，直到挖出沙面，讓海水能夠流入洞穴中循環。	
成穴期	進入成穴期的蝦猴除非洞穴受到破壞或干擾，不然不會再爬出沙面，會持續在沙中挖掘，並永久待在洞穴中生活。	



圖十六：蝦猴築穴流程圖

(三)發現：

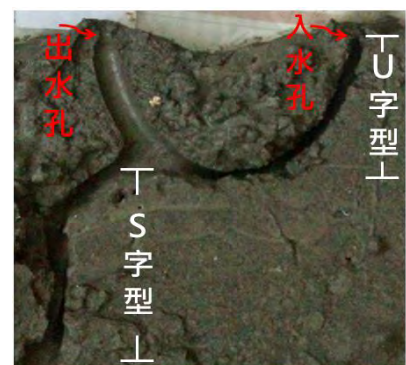
在建立蝦猴築穴歷程的實驗中，我們曾多次發現一打開夾層，沙子的含水量過多，洞穴無法成形，甚至有蝦猴被活埋在沙裡。顯示對蝦猴而言，泥沙比例會是築穴是否能夠成功的關鍵。泥太多，容易阻塞住洞口，水流無法順利流動，帶來氧氣；沙太多，容易塌陷，無法建構蝦猴壁。這也說明為何同一片泥灘地，蝦猴洞的分布卻不平均。

三、巢穴形狀：雄雌蝦猴巢穴的形狀是否有差異呢？

(一)方法：將雄雌蝦猴各 20 組夾層所拍攝的照片做整理，用繪圖工具繪製成路線圖，旁支用紅色虛線標示，比較雄雌蝦猴洞穴形狀的差異。

(二)結果：

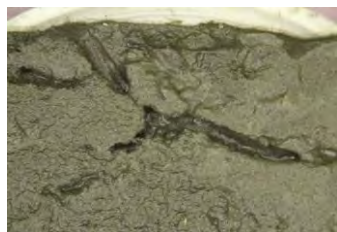
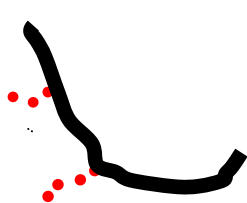
1.比對完路線圖後發現，雄雌蝦猴的完整洞穴都呈 Y 字型(如圖十七)，可分兩部分，上是 U 字型，



圖十七：巢穴結構說明



多旁支，為出入水孔的管道，下為 S 字型，是蝦猴成穴期後，主要擴張的路徑。比較雄雌蝦猴的洞穴形狀，雄蝦猴在 U 字型的部分路徑較曲長，且幾乎都有旁支，而雌蝦猴則較筆直，少旁支(如圖十八)；在 S 字型的部分則無明顯差異。



雄蝦猴的U字型管壁較曲長

雌蝦猴的U字型管壁較筆直

圖十八：雄雌蝦猴洞穴路徑示意圖

\*紅色虛線代表旁支

2.測量雄雌蝦猴 U 字型部分，出入水孔的距離受限於夾層寬度，因此不做討論；而平均深度則為 11 公分。

(三)發現：

蝦猴洞穴的形狀與牠的穴居生活應有密切相關，U字型的部分主要是讓水能夠在洞穴裡流通，帶來氧氣和食物，S字型部分向下延伸，蝦猴利用這部分克服溫度劇烈變化的環境，也能躲避敵人。而造成雄雌蝦猴洞穴形狀不同的原因，我們推測主要和繁殖有關，雌蝦猴因有抱卵的需求，所以在挖掘洞穴時，大多是採直線前進，不僅較不費力且也較快進入沙層內部，有其考量。

#### 四、出入水孔：在潮間帶，蝦猴巢穴的 U 字型部分深度和寬度之間的關係為何呢？

蝦猴洞穴有兩出口，一為入水孔，一為出水孔。在出水孔外常可見小土丘的外觀。洞穴內壁顆粒細緻並經由蝦猴之推擠形成光滑堅硬的表面，成為近圓形之管道。(如圖十九)



蝦猴洞穴的出水孔

蝦猴洞穴的入水孔

光滑的蝦猴壁

洞穴的圓形管道

圖十九：蝦猴洞穴介紹

(一)方法：以直徑 1 公尺的呼拉圈做範圍，有 50 個以內的洞穴屬於分布疏，50 個以上屬於密集，各取 50 組樣本。

1.出、入水孔的寬度：兩孔之間水流相通，以手擾動一孔的水，另一孔的水面即會出現混濁狀，找到兩洞後，分別插上鐵棒做為標示，以直尺測量兩鐵棒間的距離。

2.出、入水孔的深度：以手指深入洞穴，延著管壁摸索，當管壁趨於平坦或遇到分叉口，即停止前進。以塑膠尺垂直向下插入沙層內，測量沙面至手指位置的深度。



孔穴還沒受擾動時，水波清澈



手指在一水孔擾動水流，另一孔成混濁狀



確認洞穴的出入水孔後，插上鐵棍做標示



以直尺測量出入水孔的距離

圖二十：測量出入水孔深度和寬度實驗方法

### (二)結果

從表九得知，**蝦猴洞穴越密集出、入水孔的平均寬度越窄，越稀疏時則相反；而出、入水孔的平均深度並沒明顯的差異。**

表九：分布密度不同，出、入水孔的平均

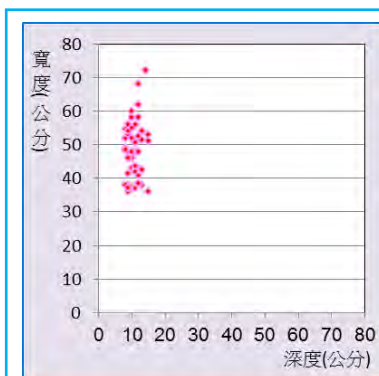
寬度與深度一覽表

出入水孔 密度	平均 寬度(cm)	平均 深度(cm)
疏	48.2	10.7
密	29.2	11.3

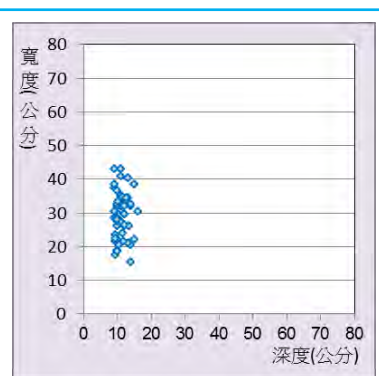
### (三)發現：

1.從實驗結果可發現出入水孔的平均深度約11公分，在室內觀察雄雌蝦猴巢穴，其出入水孔的平均深度和野外巢穴一樣。

2.蝦猴洞穴的密度會影響出、入水孔的距離，一般來說，一個洞穴僅會有一隻蝦猴，當分布太密集時，為避免挖掘到其他蝦猴的洞穴，兩孔距離會變短；但從圖二十一、二十二可看出這100組樣



圖二十一：分布稀疏，出、入水孔的寬度與深度散佈圖



圖二十二：分布密集，出、入水孔的寬度與深度散佈圖

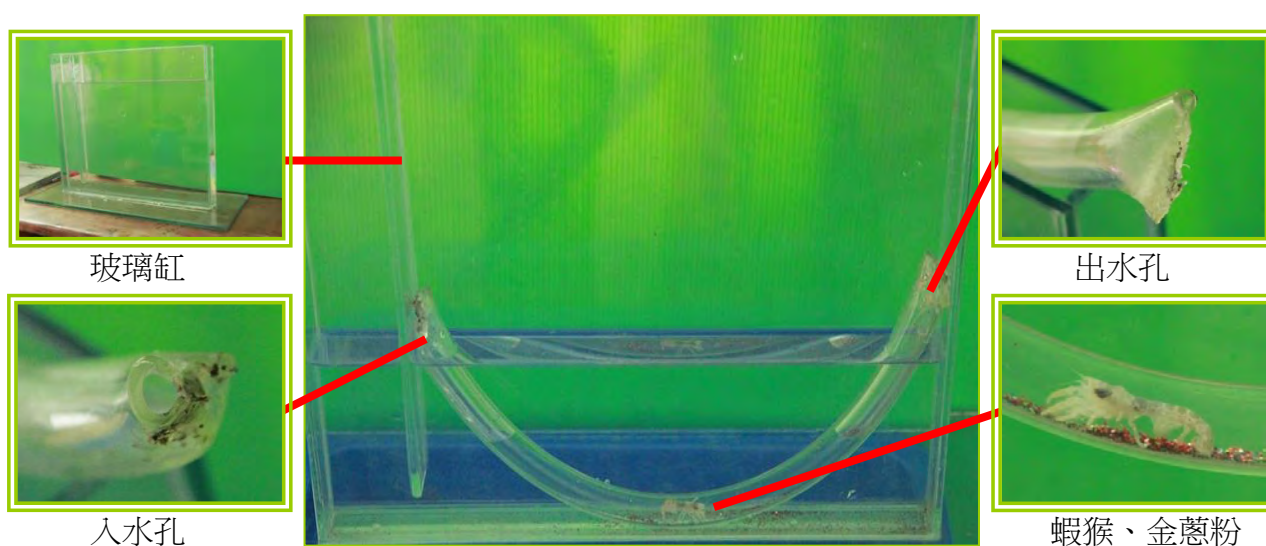
本，深度不受密度的影響，皆在11公分上下，差異並不大，我們推測這應該與水流的控制有關，而蝦猴到底是怎麼控制水流來獲得食物呢？我們想在下一個實驗做探討。

### 五、控制水流：出水孔的噴沙現象是如何造成的？蝦猴有辦法控制穴中的水流來濾食嗎？

蝦猴一生都待在巢穴中，牠透過水流濾食來填飽肚子，因此巢穴中水流方式和牠的生活息息相關，透過此實驗來了解，蝦猴是否有控制水流的能力，或者被動的順應水流來生存呢？

(一)方法(如圖二十三、二十四)：

- 1.以透明塑膠管做成蝦猴的U形管道，再用酒精燈將塑膠管加熱，一端開口塑形成洞口較小的出水孔。為觀察水流變化，在塑膠管內放入金蔥粉及一隻蝦猴，再將另一端開口加熱塑形成洞口較大的入水孔。
- 2.將 U 形塑膠管注入少量的海水後，放進玻璃缸底。再將海水注入玻璃缸內，直到淹沒 U 形塑膠管。以虹吸原理重覆二十次加水和抽水的動作，模擬漲退潮，觀察蝦猴、金蔥粉以及出入水孔的變化。



圖二十三：控制水流裝置圖



以酒精燈加熱塑膠管



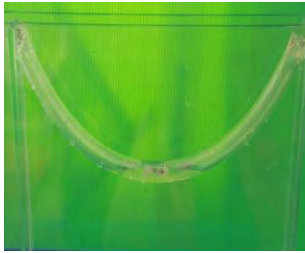
塑膠管軟化後塑形



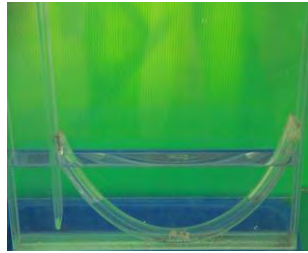
先製作一端的入水孔



放入蝦猴和金蔥粉，製作出水孔



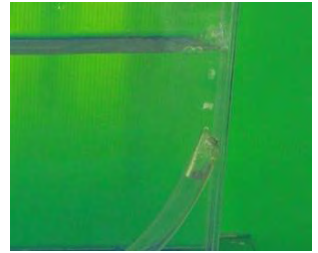
塑膠管內注入少許海水



將塑膠管放至玻璃缸，出入水孔的位置高於缸中的海水



注入海水，直到滿水位



用虹吸原理將玻璃缸內的水抽光後再加水，重複20次

圖二十四：控制水流實驗方法

(二)結果：從表十的歸納可得知，蝦猴洞穴內的水流變化，主要是因為海水水位的升降，造成壓力形成的，與蝦猴的腹肢擺動並無關聯。

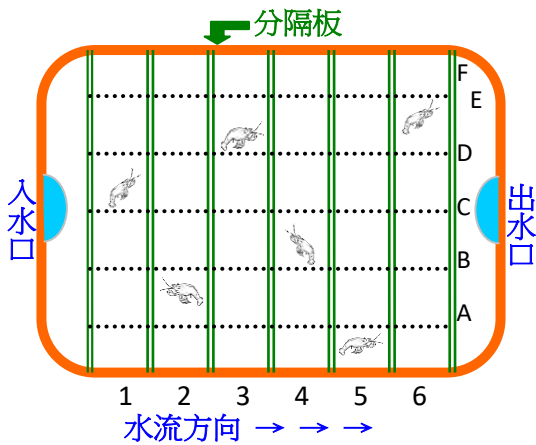
表十：蝦猴、金蔥粉和出入水孔變化情形

	蝦猴	金蔥粉	出入水孔
變化說明	當水管充滿水時，蝦猴會以步足順著 U 形管移動或翻身，腹肢有時也會隨著擺動。	當水注入水管時，管內金蔥粉會因為水位上升造成的壓力，產生攪動，並順著水流往出水孔排出	當水淹沒 U 形管時，會順著入水孔進入管內，同時，出水孔會有空氣排出，形成小湧泉。
照片			

(三)發現：

我們仔細觀察蝦猴腹肢的結構相當巧妙，不擺動時會收納在腹部，當伸展時像是有幅度的扇子，左右交錯，這是蝦猴主要游泳的工具，在實驗中發現，腹肢擺動時，的確可以造成水流，但力道卻沒有大到可以將金蔥粉湧出洞口，沙粒的重量比金蔥粉重，因此潮間帶看到的出水孔噴沙現象，應該是潮汐水位變化所造成的。

六、雄雌挖穴情形：在同樣的環境下，雄雌蝦猴挖穴的情形是否一致呢？



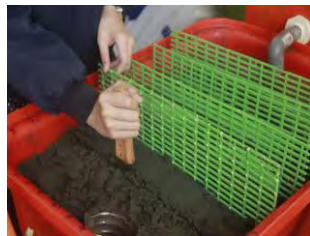
圖二十五：觀察箱佈置圖

(一)方法(圖二十六)：

- 1.兩個觀察箱分別放置6隻雄雌蝦猴(圖二十五)，固定時間記錄三次(早上、中午和放學後)。
- 2.為避免蝦猴互相攻擊，觀察箱用隔板分六等份，以座標方式記錄位置。
- 3.依紀錄統計雄雌蝦猴的挖穴率和其位置；並用圓點標示挖穴蝦猴的分佈位置。



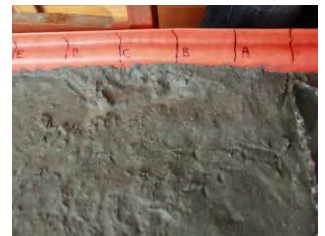
蝦猴會互相攻擊而受傷造成死亡，所以需隔離以利挖穴



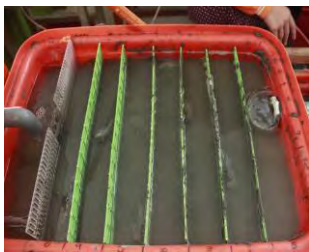
用不會阻擋水流的隔板將觀察箱隔成六等份



在觀察箱的寬邊，每7公分做記號，以利記錄蝦猴的位置



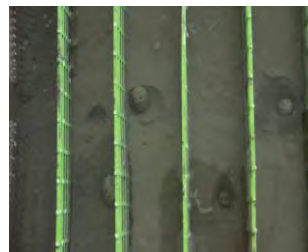
寬邊分成六等份，以A~F為代號



觀察箱放水，待水澄清後再放入蝦猴



蝦猴在探索哪裡適合挖穴



蝦猴開始挖洞穴



蝦猴已鑽入沙裡，沙面有一孔穴

圖二十六：蝦猴挖穴實驗方法

(二)結果：由表十一可知，雌蝦猴的挖穴率明顯高於雄蝦猴；圖二十七顯示，雄雌蝦猴皆喜歡將洞穴挖在箱子或隔板的邊緣。

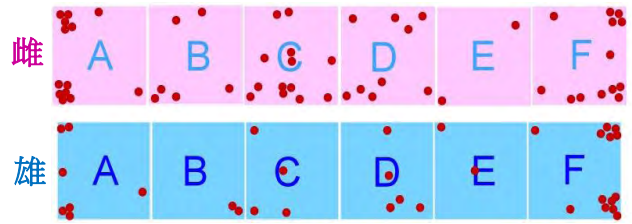
表十一：雄雌蝦猴挖穴率一覽表

批次	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	合計(隻)	挖穴率(%)
雄	1	0	3	0	1	1	3	5	6	5	6	31	47.0%
雌	6	4	5	5	6	5	5	2	5	6	5	54	81.8%

\*樣本數：66 隻

(三)發現：

1.我們將雄雌蝦猴的挖穴位置繪製成雌雄圖，由圖二十七中的分布可發現，雄雌蝦猴皆喜歡將洞穴挖在箱子或隔板的邊緣，由「攻擊行為」的實驗結果可知，當牠探索四周都是硬物時，便會沿著箱子的邊緣往下挖，這也可以說明，同樣的狀況若是在潮間帶，當蝦猴挖到其他的蝦猴壁時，牠便會轉向，也是為何在蝦猴洞密集的区域，但洞穴之間卻不容易相通。



圖二十七：雄雌蝦猴挖穴分佈圖

2.由室內實驗結果可知，相同的環境條件下，雄雌蝦猴挖穴的情形有明顯差異，這也驗證在野外採集時，同一區域採集的蝦猴，雄雌數量相差很大的結果。

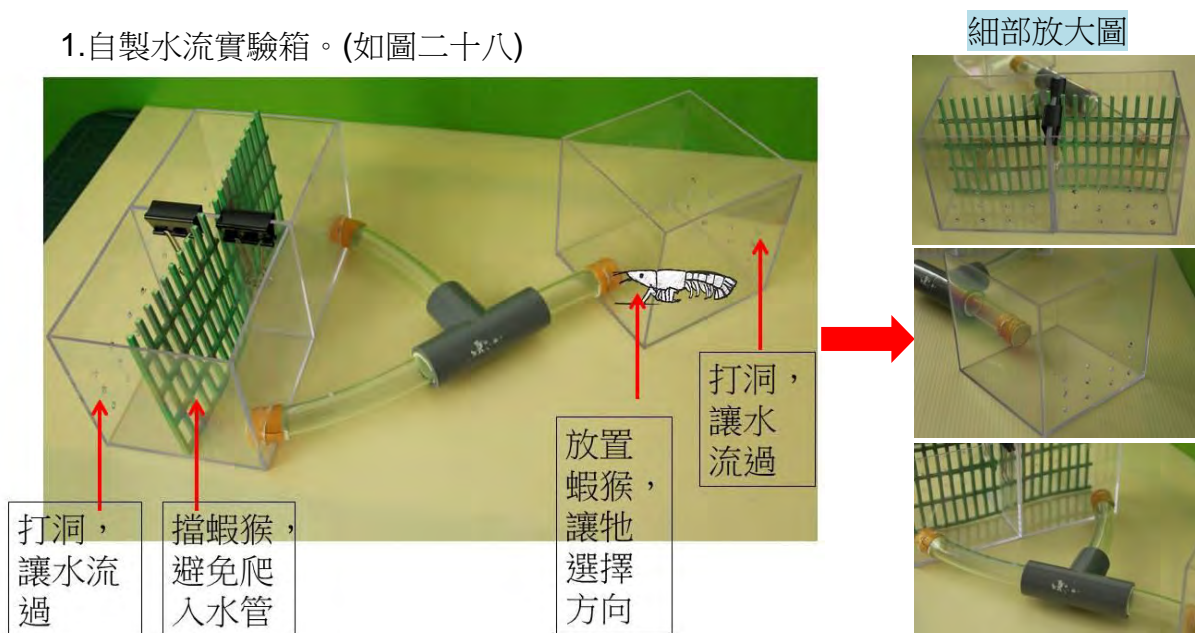
#### 【研究四】蝦猴的繁殖行為

##### 一、透過水流尋找異性：

由研究一得知蝦猴的視力並不佳，比較可能是利用嗅覺來尋找到對方，那水流可能是傳遞媒介之一，因此我們設計此實驗，驗證蝦猴是否有這方面的能力。

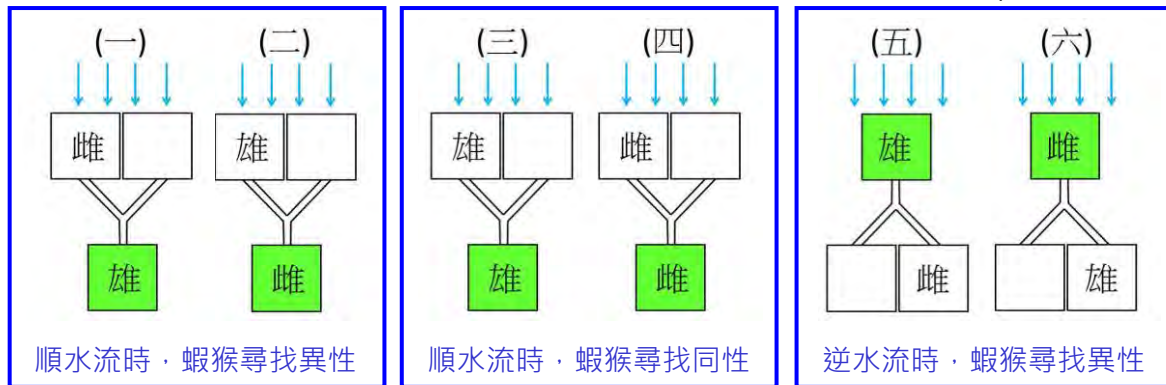
(一)方法：

1.自製水流實驗箱。(如圖二十八)



圖二十八：自製水流實驗箱裝置

2.將水流實驗箱放在一號觀察箱內，依水流方向及雄雌分成六組(如圖二十九)。(藍色箭頭代表水流方向，綠色盒子中的蝦猴為實驗者，可自由爬行)



圖二十九：透過水流尋找異性實驗分組方式

3.挑選體長相近，且雌蝦猴卵巢發育完整，在交配期進行此實驗。

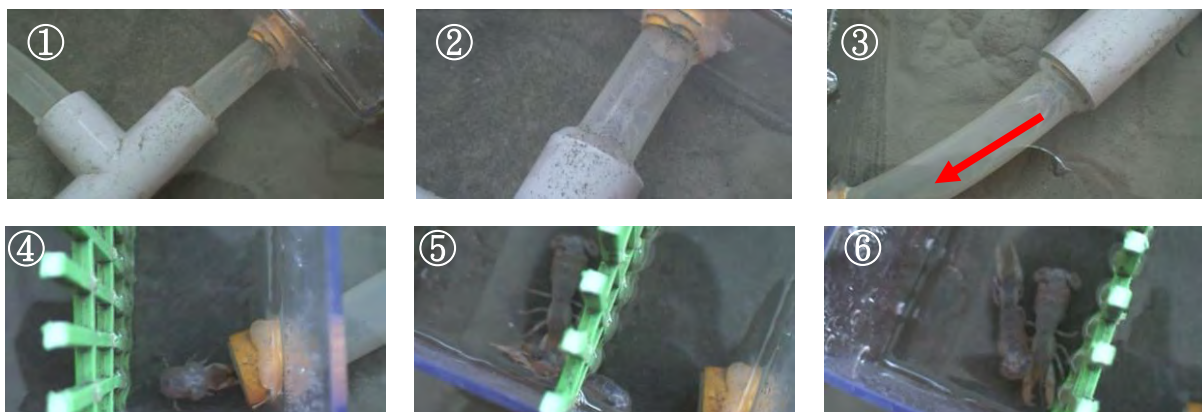
4.第 1、2、5、6 組，雄雌各十隻，而 3、4 組為同性別之實驗，則各選十隻，以交叉配對方式進行，觀察之後做記錄。

(二)結果：

從表十二可知，順著水流時，尋找到異性的成功率明顯高於逆水流時；尋找到同性的成功率為零。

表十二：透過水流尋找異性實驗成功率

狀況	順水流時，蝦猴尋找異性		順水流時，蝦猴尋找同性		逆水流時，蝦猴尋找異性	
組別	一	二	三	四	五	六
成功率(%)	94	95	0	0	25	24



圖三十：蝦猴在水流實驗尋找異性流程圖(1.蝦猴進入 Y 型水管；2.在水管中謹慎的尋找；3.選擇有異性的一邊；4.使用旋轉翻身離開水管；5.鑽過欄杆；6.任務完成)

(三)發現：

- 1.從表十二和圖三十發現，當雄雌蝦猴一前一後時，有超過九成的機率尋找對方成功，同性別時成功率為零，顯示異性之間才有互相吸引的現象，另外逆水流時成功率也遠低於順水流，顯示**水流為傳遞的主要媒介**。另外，也觀察到一個有趣的現象，當蝦猴成功尋找到異性之後，如果同樣的配對再試一次，蝦猴一旦進入 Y 形管，便不會猶豫，直接依舊路線往異性前進，這種熟門熟路的行為，是因為牠會認路嗎？還是牠能跟隨自己走過的痕跡，再走一次呢？
- 2.證實蝦猴異性間可以透過水流尋找對方之後，接下來就要了解，在實際的沙層裡，是否也會如此，因此設計下一個實驗來探討。

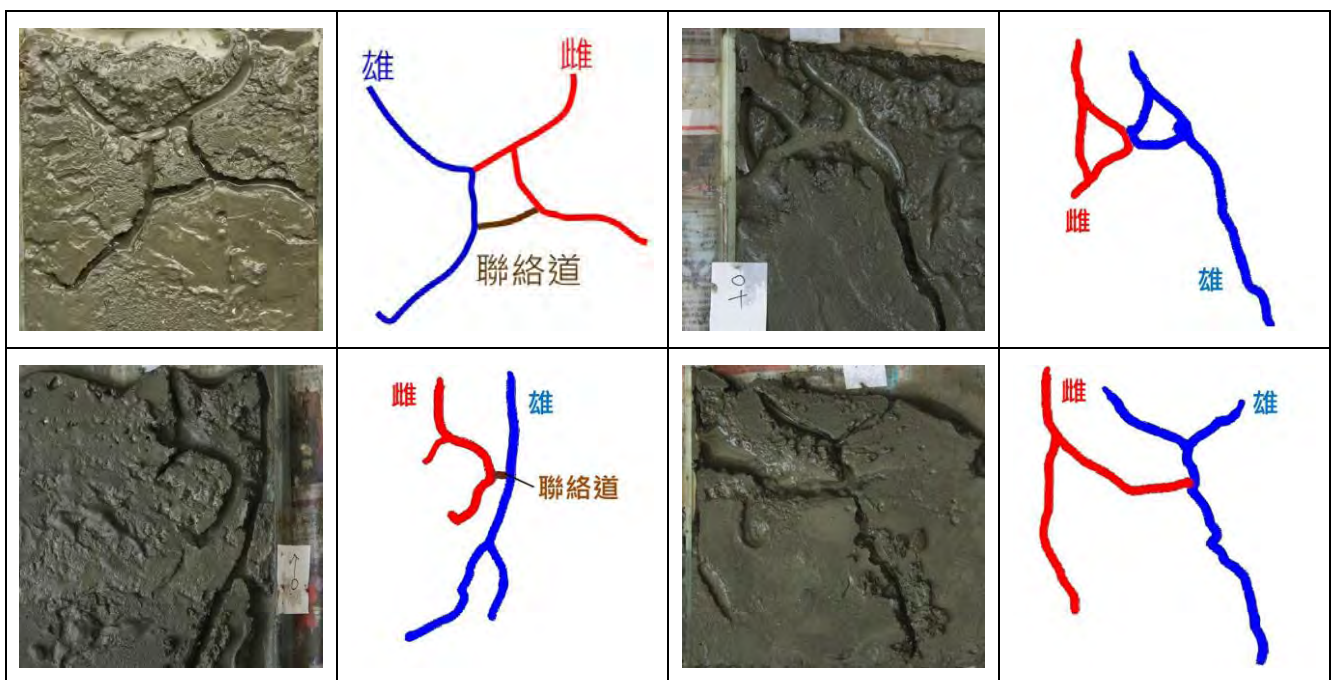
二、巢穴相通：雄雌蝦猴的巢穴是否會相通呢？

(一)方法：

- 1.同研究 3-1，將一隻雄蝦猴放入二號觀察夾層挖穴，一天之後，再放入一隻雌蝦，三天後將夾層打開。
- 2.將夾層拍照，洞穴形狀用電腦繪圖並整理。
- 3.以上述方法，將兩隻同性別的蝦猴放到夾層內，雄雌各做十二組樣本，當成對照組。

(二)結果：

我們利用二號觀察夾層，一次可做六組，實驗共進行兩個月，總樣本數 96 組，有效樣本 88 組，當中有**發現巢穴相通的樣本共有 13 組**，對照組則全部無相通現象，節錄四組如圖三十一：



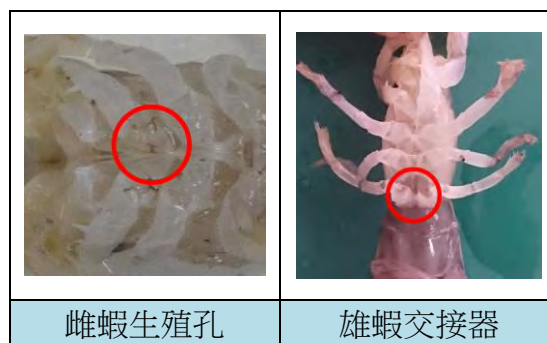
圖三十一：巢穴相通照片及路線圖



(三)發現：

1.結果顯示雄雌蝦猴巢穴形狀與研究 3-3 相同，雄蝦猴形狀曲折，雌蝦猴多筆直，從目前得到的樣本數中，雖然巢穴相通的比率不高，但已經可以清楚地呈現，**蝦猴在有需要的時候會共用出入水孔，或另外挖掘聯絡道聯繫**，這是一個令人振奮的發現！

2.表十三是我們另外比對同是腹胚亞目(雌蝦會抱卵)的蝦蟹，發現蝦猴與泰國長臂蝦、日本沼蝦相同，**雄性交接器位於第五對步足基節內側，雌性生殖孔位於第三對步足基節內側**(如圖三十二)。

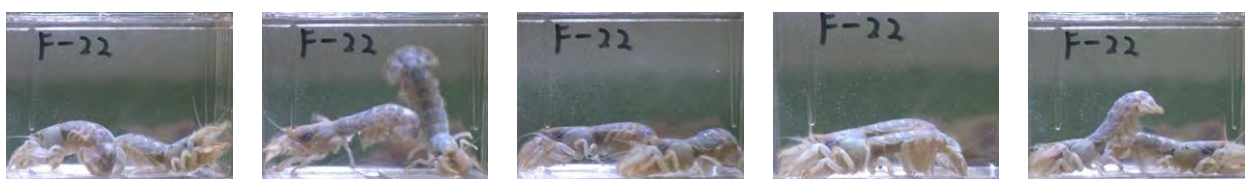


圖三十二：雄雌生殖器官

表十三：不同種類蝦蟹，雄雌生殖器官位置比較表

生物名稱	雄性交接器位置	雌性生殖孔位置	比對是否相符
泰國長臂蝦	第五對步足基節內側	於第三對步足基節內側	○
日本沼蝦	第五步足基部內側	第三步足基部內側	○
寄居蟹	於第 5 對胸足的腰節	在第 4 對胸足的腰節	X
龍蝦	第一對足有凸出的二隻生殖器	第三對足有凹進的二個生殖洞	X
澳洲螯蝦	第五對胸足的基部，左右各一個	第三對胸足的基部，左右各一個	X

3.我們嘗試將一雄一雌的蝦猴放在飼育盒，架攝影機觀察牠們的互動行為，發現除了一般的攻擊之外，出現了**雄雌各以尾部拍打對方**的特殊行為(圖三十三)，這動作是**否與交配有關係**，還需再作進一步的驗證。



同箱的雄雌蝦猴先以尾扇碰觸對方，之後抬升腹部互相拍打數次，接著同向並列。

圖三十三：拍攝雄雌同箱活動及尾部拍打對方行為

### 三、抱卵與孵化：母蝦在巢穴中是如何度過卵孵化的過程呢？卵孵化後，幼蝦會如何生長呢？

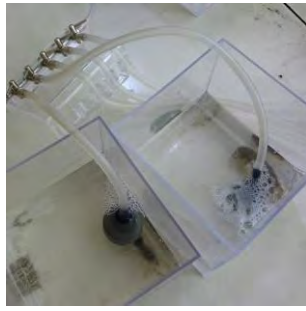
(一)方法(圖三十四)：

1.抱卵：將抱卵的母蝦獨立養在飼育箱，放置在雨淋管下方，每天觀察活動情形，並用顯微鏡拍攝卵的變化過程。

2. 孵化：母蝦的卵已成發眼卵時，將牠移到小水族箱，並打氣，定期更換海水。以顯微鏡持續觀察發眼卵，孵化成幼體之後，觀察並記錄幼體的成長變化。



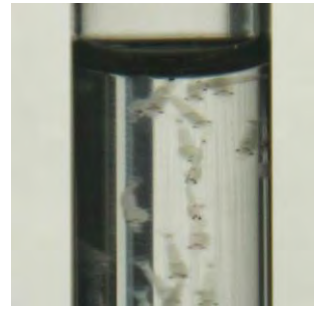
成熟發眼卵脫離雌蝦



移至透明水槽並打氣



以顯微鏡觀察蝦卵

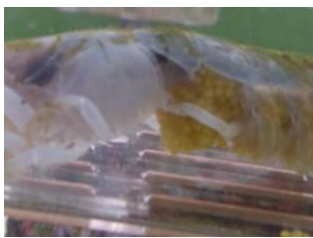


幼體孵出漂浮在水面

圖三十四：飼養抱卵母蝦與觀察蝦卵、幼蝦

(二) 結果：

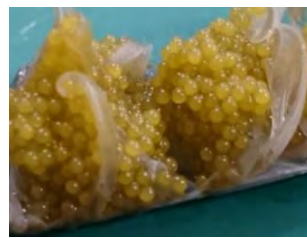
1. 抱卵母蝦的步足除了清潔身體外，也會用來整理卵團，腹肢擺動時，附著在上面的卵也會隨著擺動，可以增加含氧量(如圖三十五)。



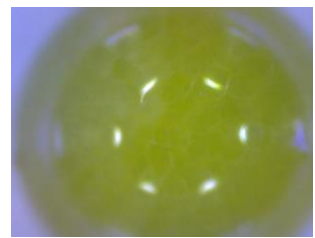
步足整理卵團



擺動腹肢增加卵的含氧量



卵黏附腹肢特寫



蝦猴卵(500倍)

圖三十五：蝦卵相關照片

2. 從圖三十六可發現，蝦卵初期呈現**暗綠色**，再轉變為**黃色**，最後發育為半透明、有**黑點、黃色營養物質**的發眼卵。以顯微鏡觀察蝦卵(圖三十七)，最初為不透明，充滿液體，之後黃色部分漸變小，發眼卵初期會有兩黑點和紅色絲狀物質形成，黑點為眼睛，紅色為色素沉澱，隨著卵越成熟，蝦猴的形體也發展的越明顯，當蝦猴眼睛周圍構發育完整、內臟器官成熟，身體體節也清楚可見時，就代表幼體即將孵出。



暗綠色

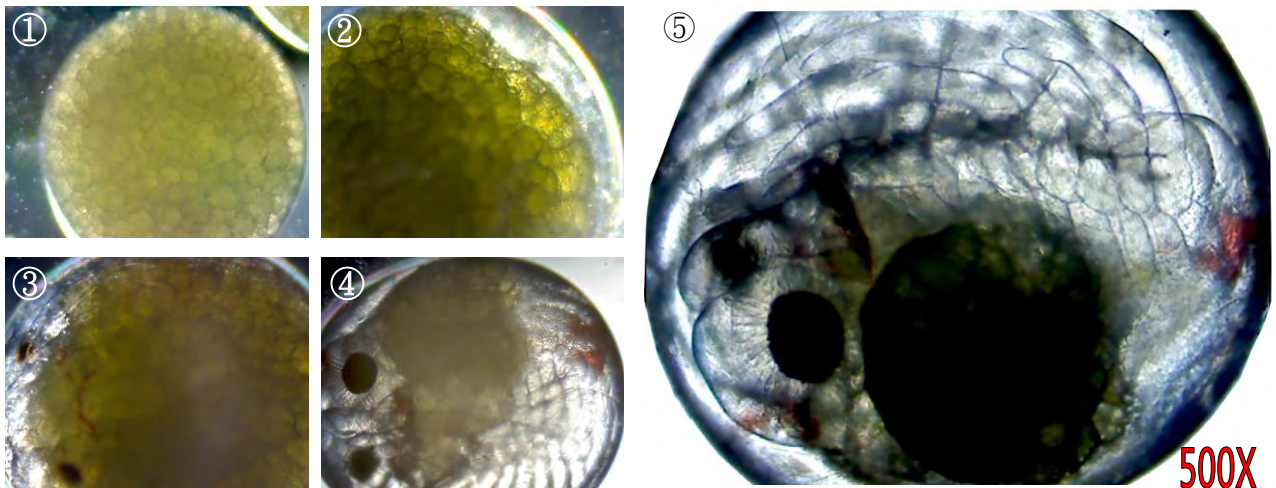


黃色



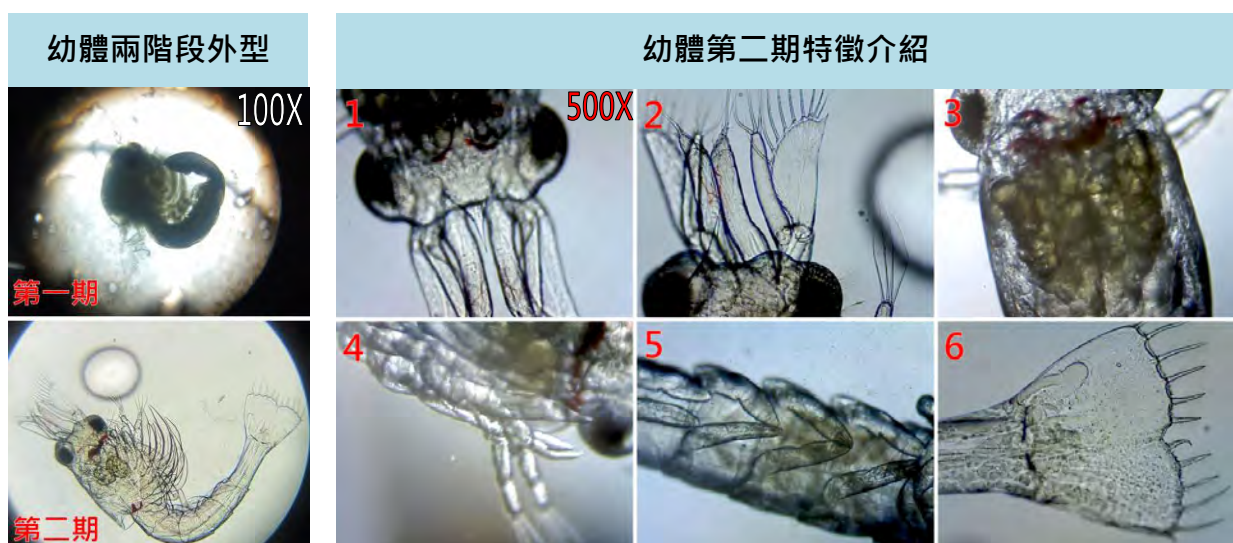
發眼卵

圖三十六：蝦卵顏色的轉變



圖三十七：蝦卵的變化過程(1.充滿黃色卵黃，不透明狀；2.卵黃漸少；3.出現眼睛和紅色色素沉澱物；4.半透明狀，身體逐漸成形；5.眼睛、內臟發育完成，體節清楚可見，接近孵化)

3.圖三十八為孵化後的幼體，我們觀察到幼體有兩階段，幼體第一期會漂浮在水面，但活動力不佳，特徵：呈現半透明、逗點狀，步足、腹肢和體節結構已略為成型；第二期幼體呈現半透明，頭下尾上在水中漂浮，利用腹部避敵的彈跳行為已經產生，特徵：頭部有三角形額角，三對顎足，上有剛毛，眼睛位於頭部兩側，頭內可清楚看見內臟器官，色素沉澱位於頭部、頭胸部和腹部交接處、尾部三處，第一、二對步足已能開始活動，腹肢尚未發育完成，尾部只有尾節。



圖三十八：幼體外型圖(幼體第二期特徵 1.眼睛、額角；2.顎足；3.內臟器官；4.步足；5.腹肢；6.尾節)

(三)發現：

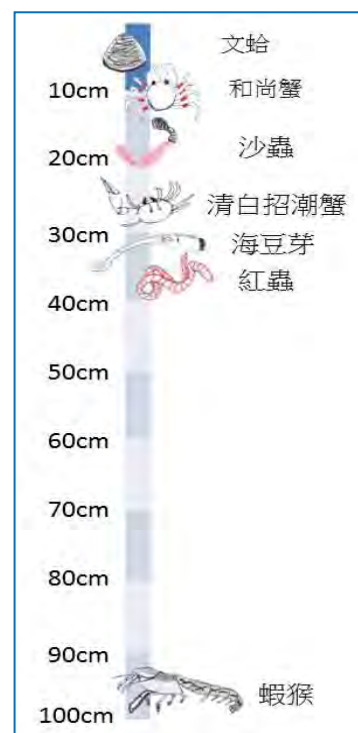
- 1.當第二期幼體步足發育完整後，便會往底部沉降，但發現沉降後沒多久幼體便死亡，可能是水質不佳或是沒有食物來源造成，因此之後我們將幼體移到二號觀察夾層，內有水流和沙層，發現幼體本能性的鑽入沙中，就沒再出來。
- 2.由實驗結果發現，雌蝦抱卵孵化的幼體第一期和第二期，都具有趨光性且需要接近水面氧氣較足夠的地方，所以在洞穴裡孵化的幼體，藉著雌蝦猴洞穴 U 字型部分短直、少旁支的特性，能順著水流由出水孔游出洞穴，沉降後再挖穴，潮汐能到的地方，蝦猴的幼體就能到，這也解釋為何在沿岸與偏外海的地區都有蝦猴洞的蹤跡，如果不要有人為的污染破壞棲地或過度捕抓，蝦猴的確有足夠的本事，在潮間帶永續生存。

## 陸、研究討論

一、蝦猴在泥灘地生態系的意義：

(一)蝦猴穴是蝦猴能生存於潮間帶最重要的原因，牠賴之以克服劇烈變化的溫度，更利用洞穴帶動水流覓食，在食物鏈中屬於清除者，是生態系中不可缺少的角色。

(二)我們在採集時，在不同的深度挖掘到沙蠶(俗稱紅蟲)、海豆芽、野生文蛤、招潮蟹、和尚蟹等，從圖三十九中可發現蝦猴是分布在泥灘地較為底層的生物，當人們為了捉蝦猴而破壞牠們的巢穴，同時也讓許多較上層生物的棲地遭受破壞，受這些生物吸引而來的水鳥，相對的在種類或數量也會減少。因此，捕捉蝦猴對生態相當豐富的潮間帶來說，衝擊是相當大的。



圖三十九：泥灘地生物縱向居住範圍

## 二、人工飼養成蝦：

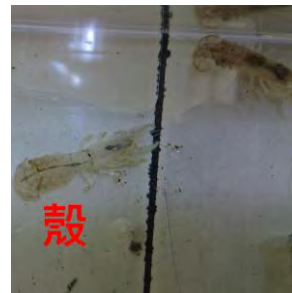
我們最初將成蝦飼養在波力桶內(圖三十九)，但發現蝦猴會一直在空間裡面互相攻擊，過幾天便陸續死亡，也影響水質，後來在桶內放入水管，讓蝦猴躲進管內，攻擊行為降低很多，但不透明的水管空間很窄，也無法觀察蝦猴的狀況，死亡的現象仍然沒有改善，後來我們選擇用大一點的水體，並用透明的飼育盒來當蝦猴的「套房」，改良之後，住進來的蝦猴，有了自己的空間，開始出現脫殼的現象，正常的生長，蝦猴主要食用清缸時產生的綠藻，也會吃自己脫下的殼，整理影響存活率的重要因子如下：(一)水溫控制在20~25度；(二)避免觸發攻擊行為；(三)定期清缸產生藻類及更換海水；(四)提供足夠的食物來源。



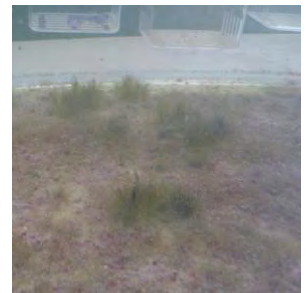
清缸壁將藻類刮起



讓蝦猴躲藏的水管



蝦猴與牠脫下的殼

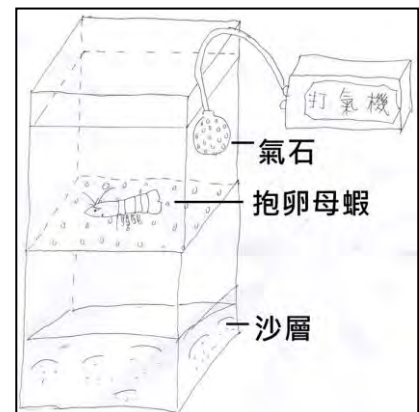


缸中增生的綠藻

圖三十九：養殖成蝦的情形

## 三、卵孵化成幼體的探討：

針對幼體二期沉降之後的高死亡率，我們設計一組孵化器來做改善，孵化器分成兩層，上層為抱卵母蝦孵化室，下層為沙池，上層用氣石打氣，至幼體沉降之後，打開第二層讓幼體鑽入沙池，便可以得到幼蝦苗，實驗裝置設計圖如圖四十。



圖四十：蝦卵孵化器設計圖

## 柒、結論

### 一、野外採集與人工飼養：

- (一)同一區域內雄雌蝦猴數量有明顯差異，顯示雄雌蝦猴築穴的環境條件需求並不一致。
- (二)隔離飼養可讓蝦猴順利脫殼生長，雄蝦脫殼的周期約 25-30 天，雌蝦則為 40-45 天。

### 二、蝦猴的防衛行為：

蝦猴螯掌被拉扯時會觸發攻擊行為，以步足、身體作為攻擊的武器，我們歸類為四招：角力、側翼突擊、泰山壓頂和拋摔；蝦猴頭部受刺激時，反應會最大；當牠遇到危險時，會以向後彈射的方式避開，主要是利用腹部捲曲，再瞬間伸展，往後彈射，腹肢快速擺動，步足縮在頭胸部下減少阻力，彈射距離約為身長的 3 到 4.4 倍。

### 三、蝦猴的築穴行為：

- (一)蝦猴運用全身的身體構造來進行築穴，挖穴動作分成四個招式：鐵頭功、螺旋鑽土機、黏壁功和神鬼搬運。而築穴可分四階段來完成：探索期→半穴期→第二探索期→成穴期，之後便會一生待在巢穴中，除非巢穴遭受破壞。
- (二)巢穴形狀呈 Y 字型，雄蝦猴巢穴 U 字型部分較曲長、多旁支，而雌蝦則較筆直、少旁支，雄雌挖穴率有明顯差異。
- (三)蝦猴洞穴分布越密集，出入水孔平均寬度越短，越稀疏則相反，而出入水孔的平均深度都是約 11 公分；另外，潮汐和巢穴結構帶來的水流，讓蝦猴能夠覓食，也造成出水孔噴沙的現象。

### 四、蝦猴的繁殖行為：

- (一)蝦猴能以水流為媒介，透過水流尋找異性的位置。
- (二)以夾層做室內實驗，在 88 組有效樣本裡，有 13 組樣本共用出入水孔，或另外挖掘聯絡道聯繫，造成巢穴相通的情形。
- (三)蝦卵外觀顏色變化為暗綠色→黃色→半透明發眼卵，孵化後的幼體會先漂浮在水面，之後沉降至沙層挖沙築穴。

由於蝦猴是底棲生物，牠在沙層裡的穴居生活，研究文獻比較少，也多是由洞穴模型來推測，我們成功設計裝置觀察沙層下的蝦猴，解開我們對蝦猴穴的疑問，並初步探討蝦猴的築穴和繁殖等行為，提供人工養殖或種源資料建立的參考，也希望大家，到鹿港小鎮品嚐蝦猴美味的同時，要正視沿岸潮間帶生物逐漸消失的問題。

## 捌、參考資料及其他

- 一、白志年、黃淋智、劉富光 (2006)。鹿港特產—美食螻蛄蝦的初期幼生。 *水試專訓*，10，38-40。
- 二、林鳳嬌 (1995)。臺灣美食螻蛄蝦(鹿港蝦猴)之生物學研究 (未出版碩士論文)。海洋大學漁業科學研究所，基隆市。
- 三、彭紹宏 (2009)。台灣彰化沿海潮間帶之螻蛄蝦 *Austinogebia edulis*(Ngoc-HoandChan,1992)的棲地、行為與生態之研究 (未出版博士論文)。海洋大學漁業科學研究所，基隆市。
- 四、國立海洋大學海洋生物研究所—台灣大型甲殼類資料庫。(民 105 年 10 月 2 日)，取自。  
<http://crust.biodiv.tw/species.php?science=Austinogebia%20edulis&undefined=undefined&undefined=undefined>
- 五、臺灣生物多樣性資訊網—美食奧螻蛄蝦。(民 105 年 9 月 18 日)，取自。  
<http://taibif.tw/zh/namecode/311921>
- 六、臺灣生命大百科—美食奧螻蛄蝦。(民 105 年 9 月 16 日)，取自 <http://eol.taibif.tw/pages/127437>

## 【評語】 080303

本件作品探討美食奧螻蛄蝦的穴居生活，主要探討巢穴結構及螻蛄蝦如何在單獨穴居情況下尋找異性的行為。觀察描述非常仔細，且成功隔離培養螻蛄蝦，並將各時期的巢穴描繪，以及功能敘述，是此作品的亮點，值得鼓勵。研究架構紮實，主題明確，實驗設計頗有深度，記錄完整，為一亮眼之佳作。

作品海報



# 摘要

本研究探討美食奧螻蛄蝦(蝦猴)如何在沙層下穴居，利用自製海水循環系統模擬環境，以透明夾層進行實驗和觀察，並嘗試人工飼養及繁殖，發現：

1. 相同採集點雄雌數量有明顯差異，隔離飼養可讓蝦猴順利脫殼生長。
2. 蝦猴螯掌被拉扯會觸發攻擊行為，頭部受刺激會向後彈射3至4.4倍體長的距離。
3. 蝦猴築穴分探索期、半穴期、第二探索期和成穴期，巢穴形狀呈Y字型，雄雌挖穴率有明顯差異，並利用潮汐及洞穴結構造成水流覓食。
4. 室內實驗證實蝦猴能以水流為媒介尋找異性，雄雌巢穴有共用出入水孔或挖聯絡道相通的情形；蝦卵孵化後幼體有漂浮期和沉降期，沉降後會挖穴進入沙層。

我們揭開蝦猴在沙層裡的神秘面紗，也希望大家正視潮間帶生物逐漸消失的問題。

# 研究動機

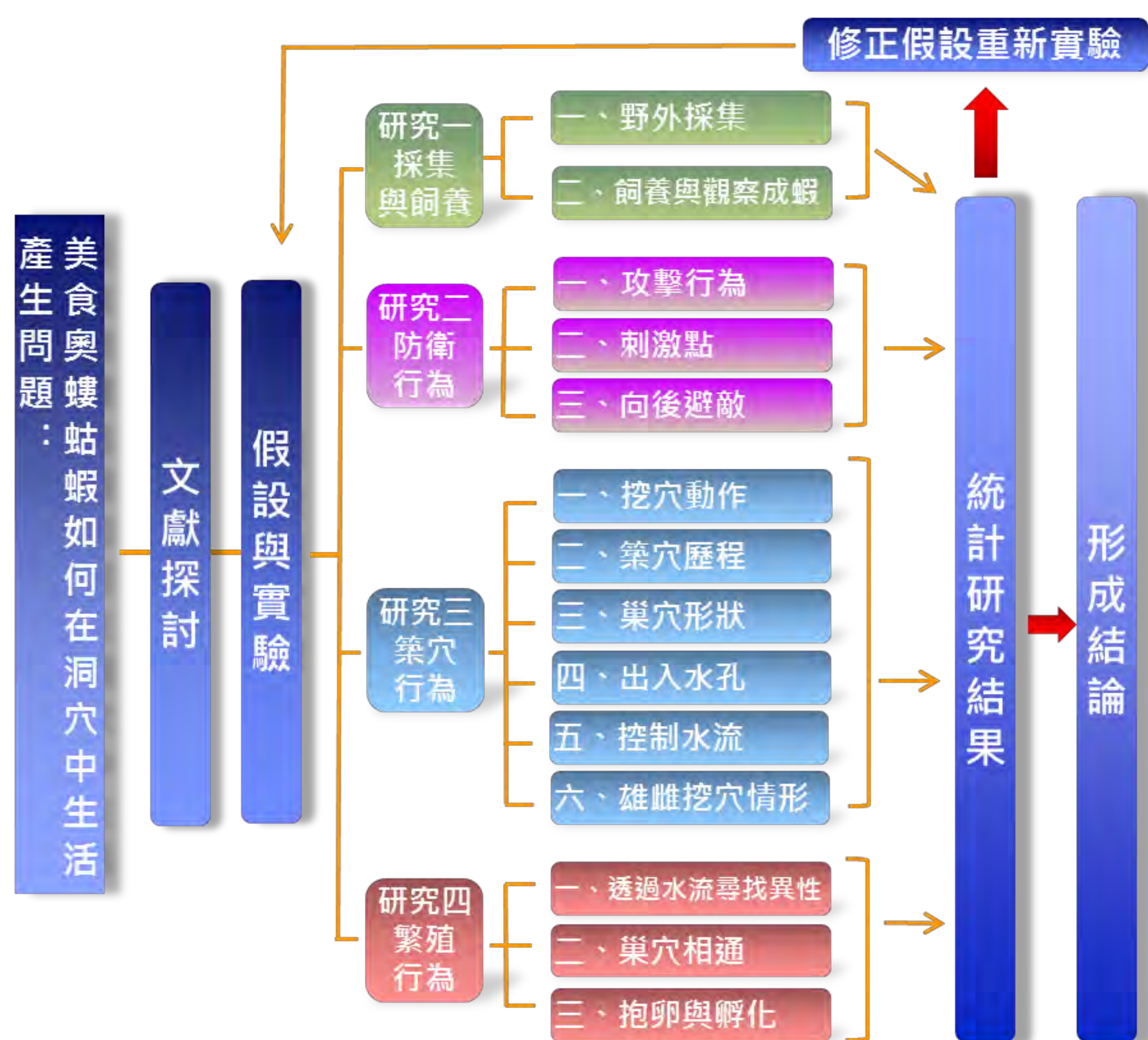
在芳苑與伸港沿海潮間帶的沙地上，當海水退潮後，會留下許多小小的孔洞，每個孔洞在沙地上的圖案都獨一無二，吸引我們停下腳步，仔細一看，有部分的洞穴正像噴泉一樣從洞中冒出沙子來，我們覺得很有趣，詢問當地的漁民，他們說這是「蝦猴洞」，蝦猴是美食奧螻蛄蝦的俗稱(本實驗以蝦猴簡稱)，牠是潮間帶的底棲生物，從幼體到成蝦，一生都會在洞穴裡生活，我們對這樣的生物有高度的興趣：「牠們在沙層下有哪些我們不知道的行為？如何挖出一條條洞穴又彼此不會干擾呢？一個巢穴一隻蝦猴，那牠們怎麼產生下一代呢？」查閱相關的研究和探訪專家之後，發現現有的資料並無法解答疑問，於是我們決定針對蝦猴在沙層下的穴居生活，做更進一步的探討。



# 研究目的

- 一、美食奧螻蛄蝦的採集與飼養。
- 二、探討美食奧螻蛄蝦的防衛行為。
- 三、探討美食奧螻蛄蝦的築穴行為。
- 四、探討美食奧螻蛄蝦的繁殖行為。

# 研究過程與發現



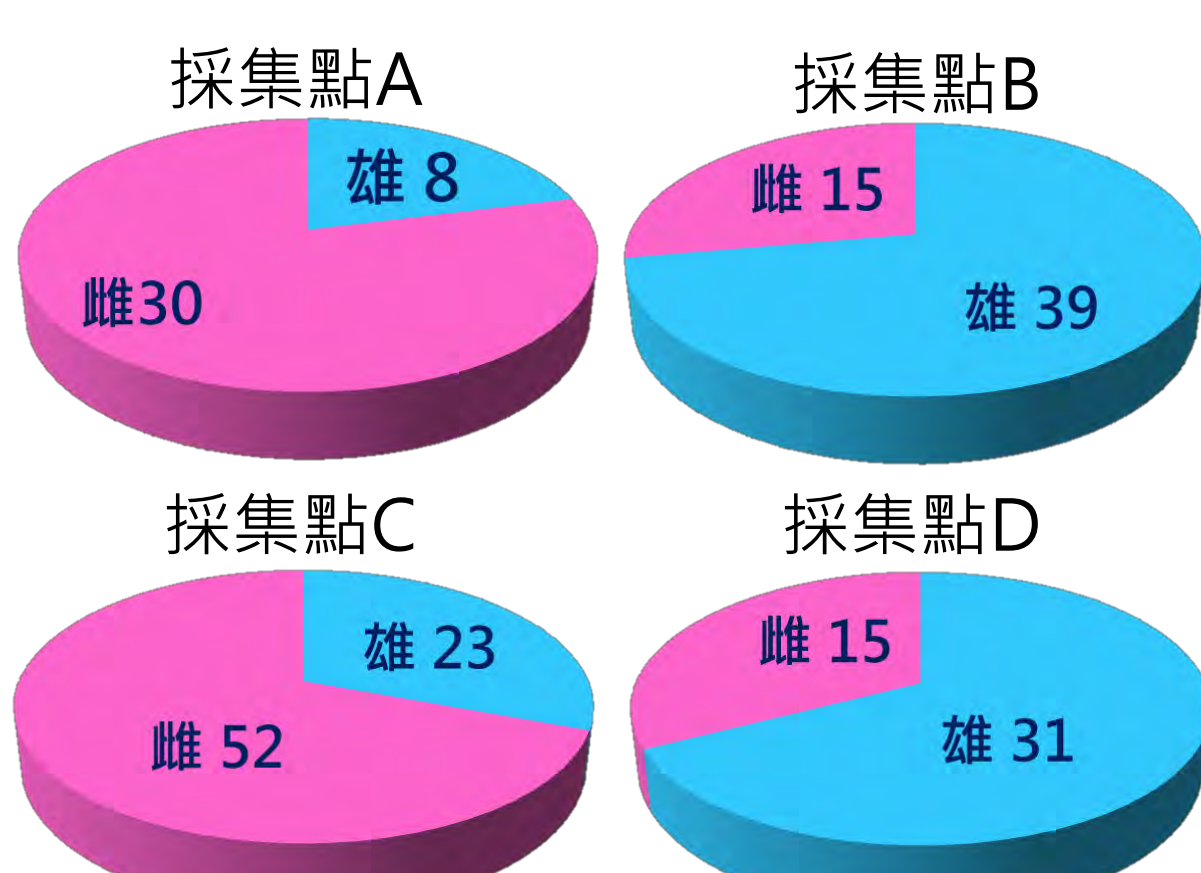
## 實驗流程與架構圖

## 【研究一】美食奧螻蛄蝦的採集與飼養

### 一、野外採集



王功螻蛄蝦保育區



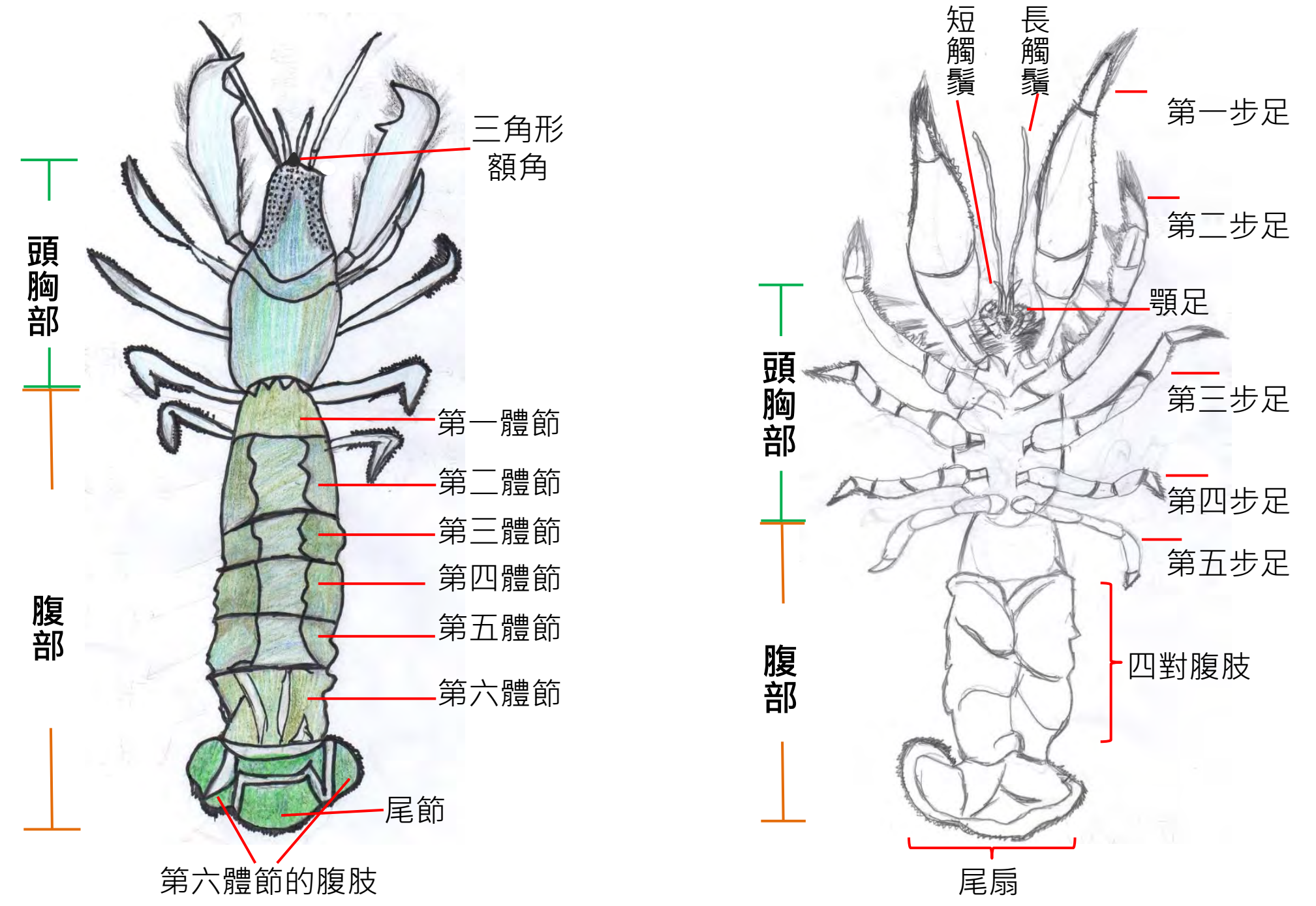
雄雌蝦猴數量圓形圖

發現：同一區域內雄雌蝦猴數量有明顯差異，顯示雄雌蝦猴挖穴的條件需求並不一致。

## 二、飼養、觀察成蝦的型態與結構

分類地位：

動物界 → 節肢動物門 → 軟甲綱 → 十足目 → 螻蛄蝦科 → 奧螻蛄蝦屬 → 美食奧螻蛄蝦



背面結構

腹面結構

發現：蝦猴的身體構造是為了在潮間帶立足而打造的，螯掌具有挖沙、威嚇和濾食的功用；步足除了協助挖沙和步行，也能清理身體；當遇到危險時，腹部會彎曲，向後彈射，再運用腹肢游離危險。



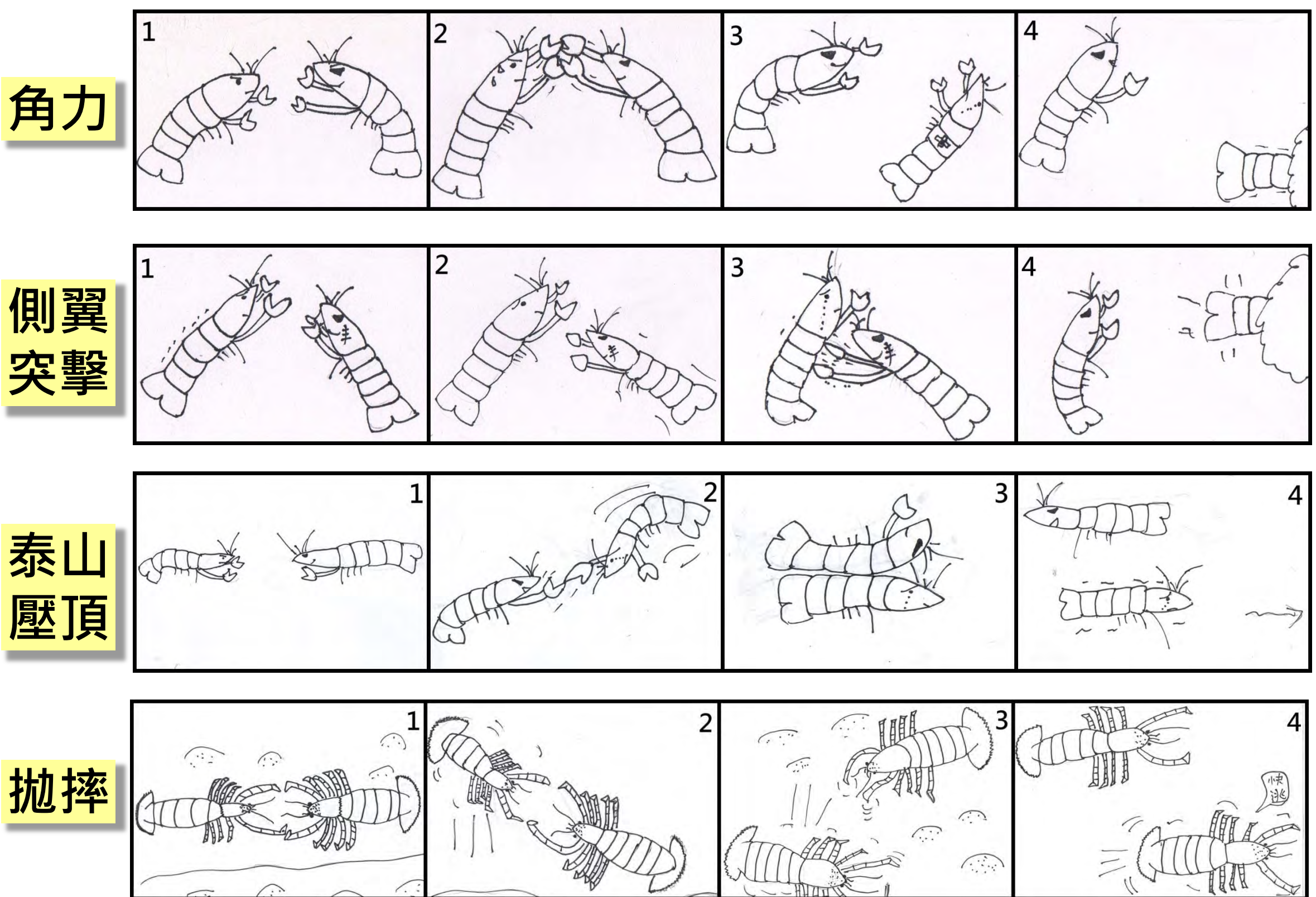
雄蝦：第一對步足較寬大  
 雌蝦：第一對步足較細長  
 雄蝦：第一體節沒有腹肢  
 雌蝦：第一體節具有一對退化的腹肢

## 雄雌蝦猴辨識方式

## 【研究二】探討美食奧螻蛄蝦的防衛行為

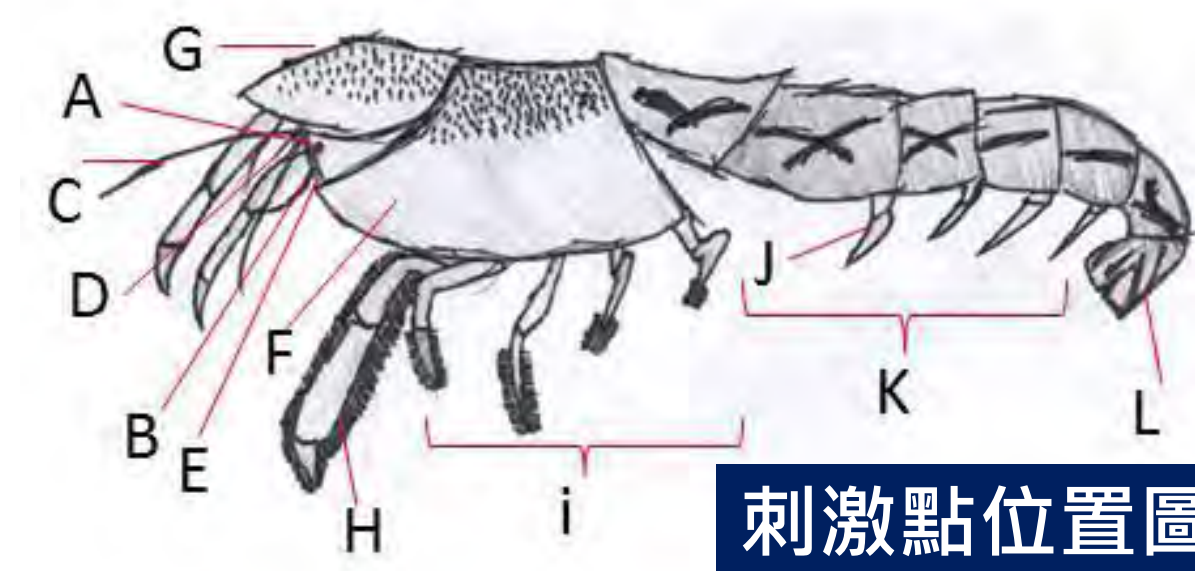
### 一、攻擊行為

蝦猴有趨地性，大部份的動作都是往下鑽，但當螯掌遇到拉扯的力道，會產生攻擊行為，可分成四組模式：



發現：蝦猴沒有打群架的社會行為，採單兵作戰，受傷後容易造成死亡，因此，避免蝦猴互相攻擊，是飼養蝦猴的關鍵技術。

### 二、刺激點



刺激點位置圖



十二處刺激點的反應情形與激烈程度紀錄表

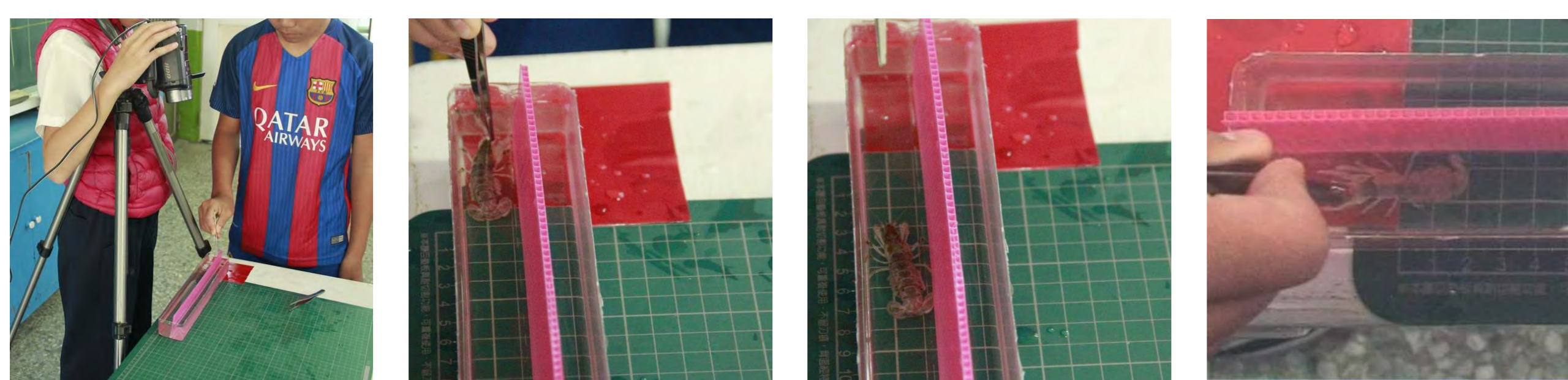
部位	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K體節			L		
	眼睛	嘴	長觸角	短觸角	顎足	鰓	頭頂	螯掌	2-5對步足	泳足	一、二	三、四	五	尾扇		
反應動作	向後彈跳一下	尾部捲曲後，針撥開	用步足將迴紋	沒反應	沒反應	以顎足做阻擋的動作	向後彈跳	尾部捲曲後，快速向後游開	快速向後游開	以螯掌反擊	用受刺激的步足撥開迴紋針	沒反應	快速往前游	中速往前游	慢速前進	尾部捲起或快速轉彎
激烈程度	★★	★			★	★★	★★	★	★	★	★	★	★	☆	★	

發現：蝦猴的第四-六體節呈現捲曲狀，瞬間伸展，往後彈射，腹肢加速擺動，步足縮在頭胸部，減少游泳時的阻力，如果脫離危險，要減速時，則將步足伸展開。

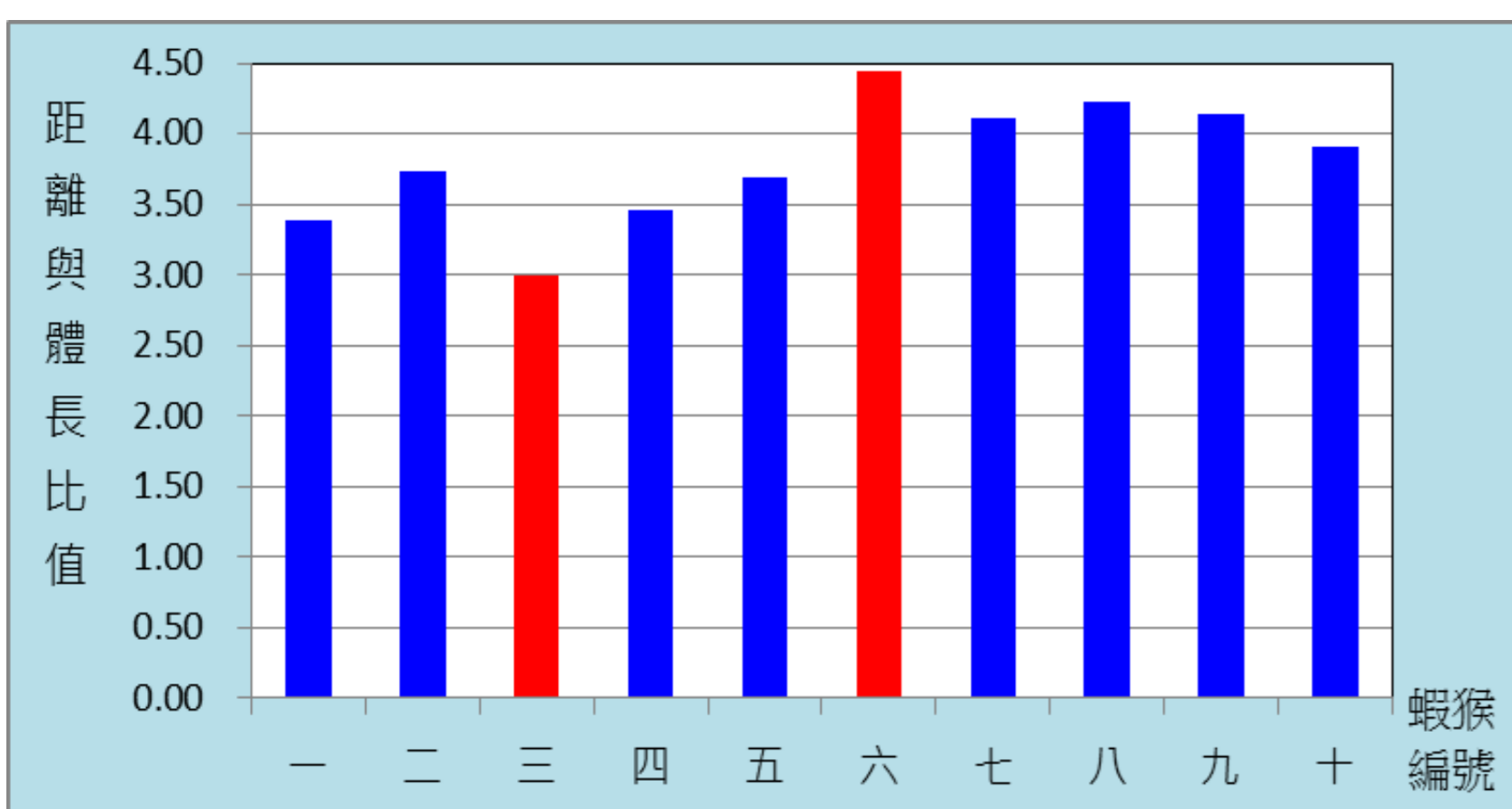


蝦猴向後彈射連續動作

### 三、避敵行為



避敵行為實驗(實驗位置與裝置)

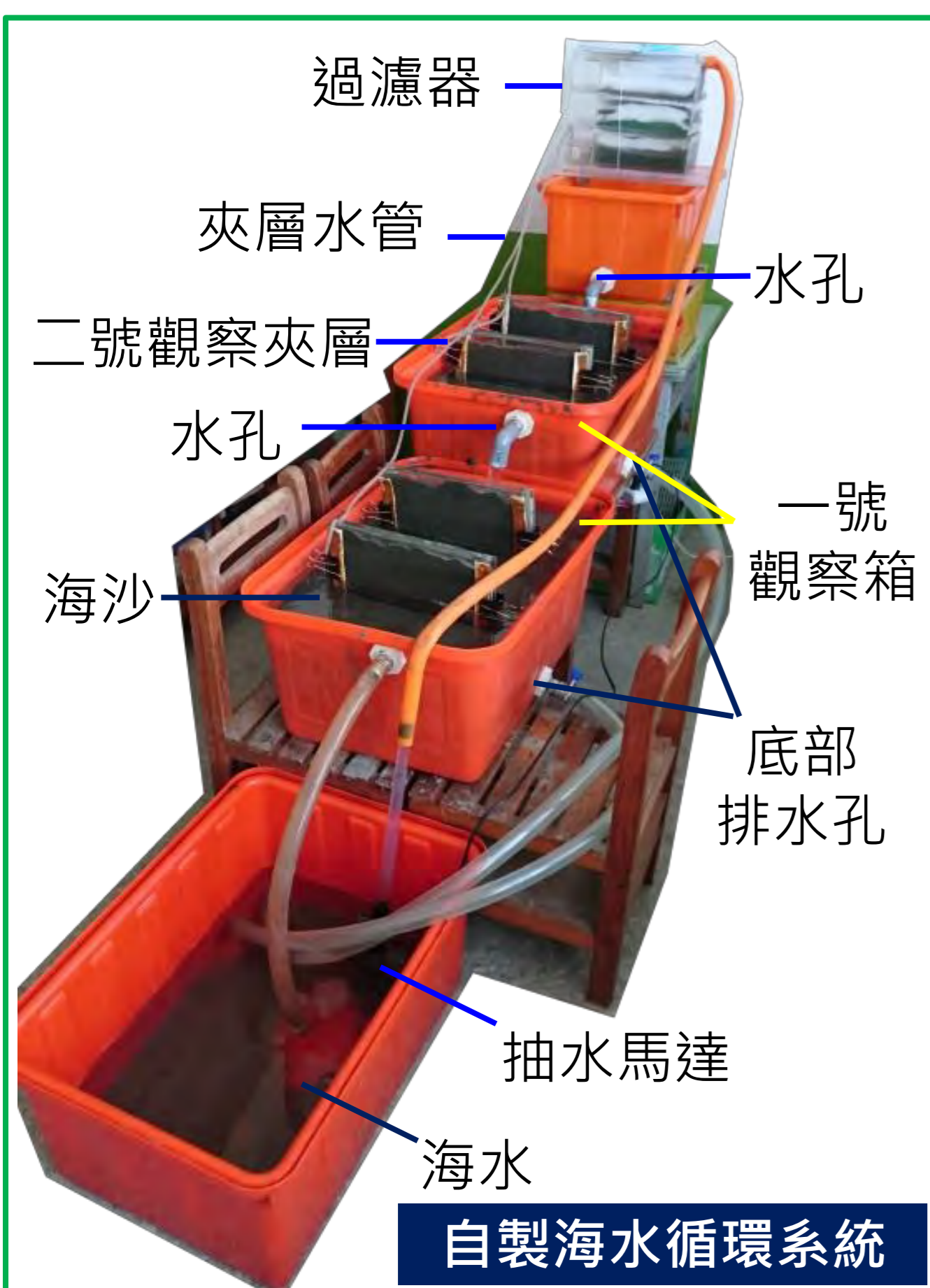


平均後退距離與體長比值長條圖

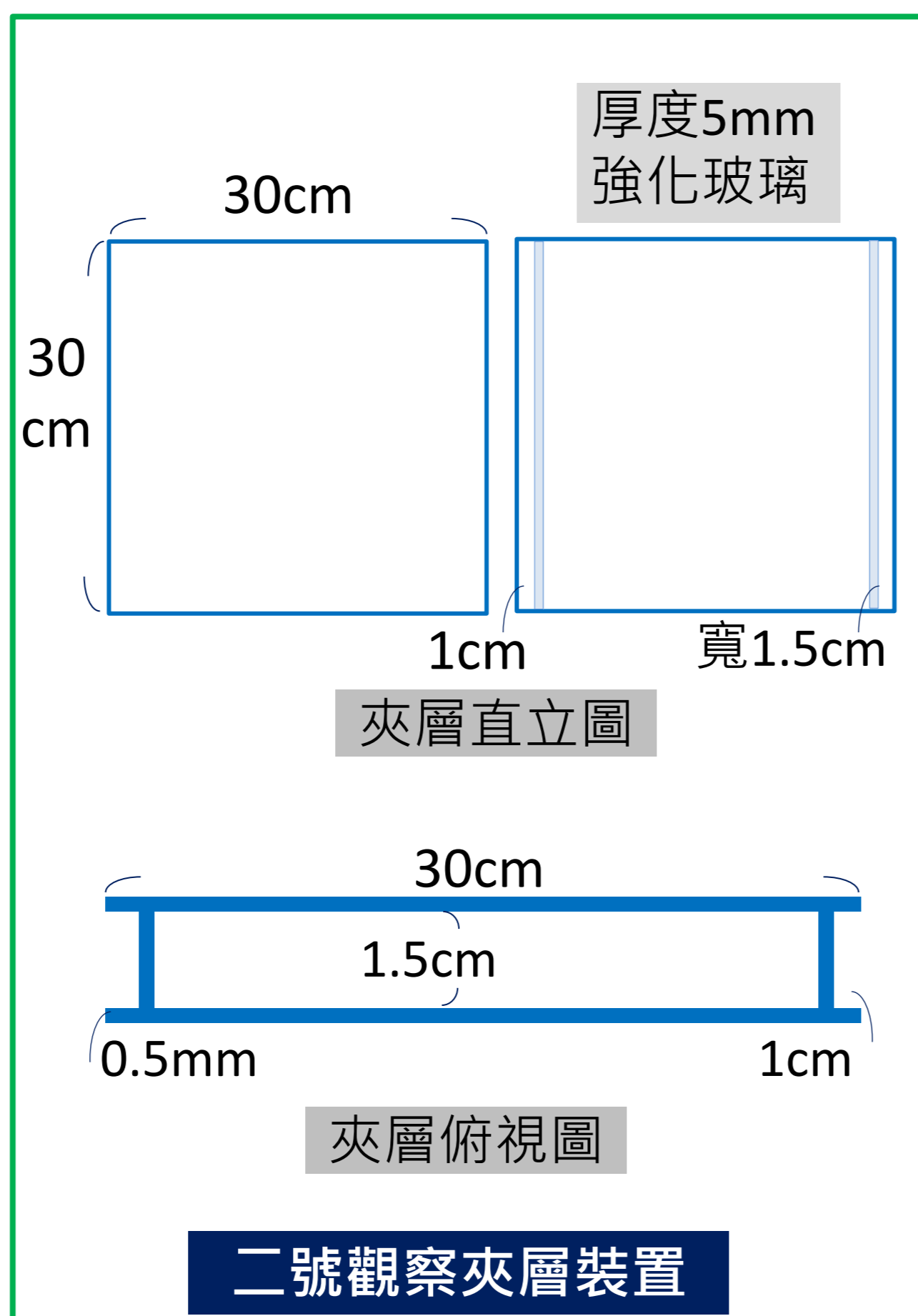
**結果：**蝦猴感到危險，可以瞬間往後彈射自己體長3到4.4倍的距離。

**發現：**當蝦猴遇敵，牠的向後彈射需搭配洞穴的結構，才有保命的機會。

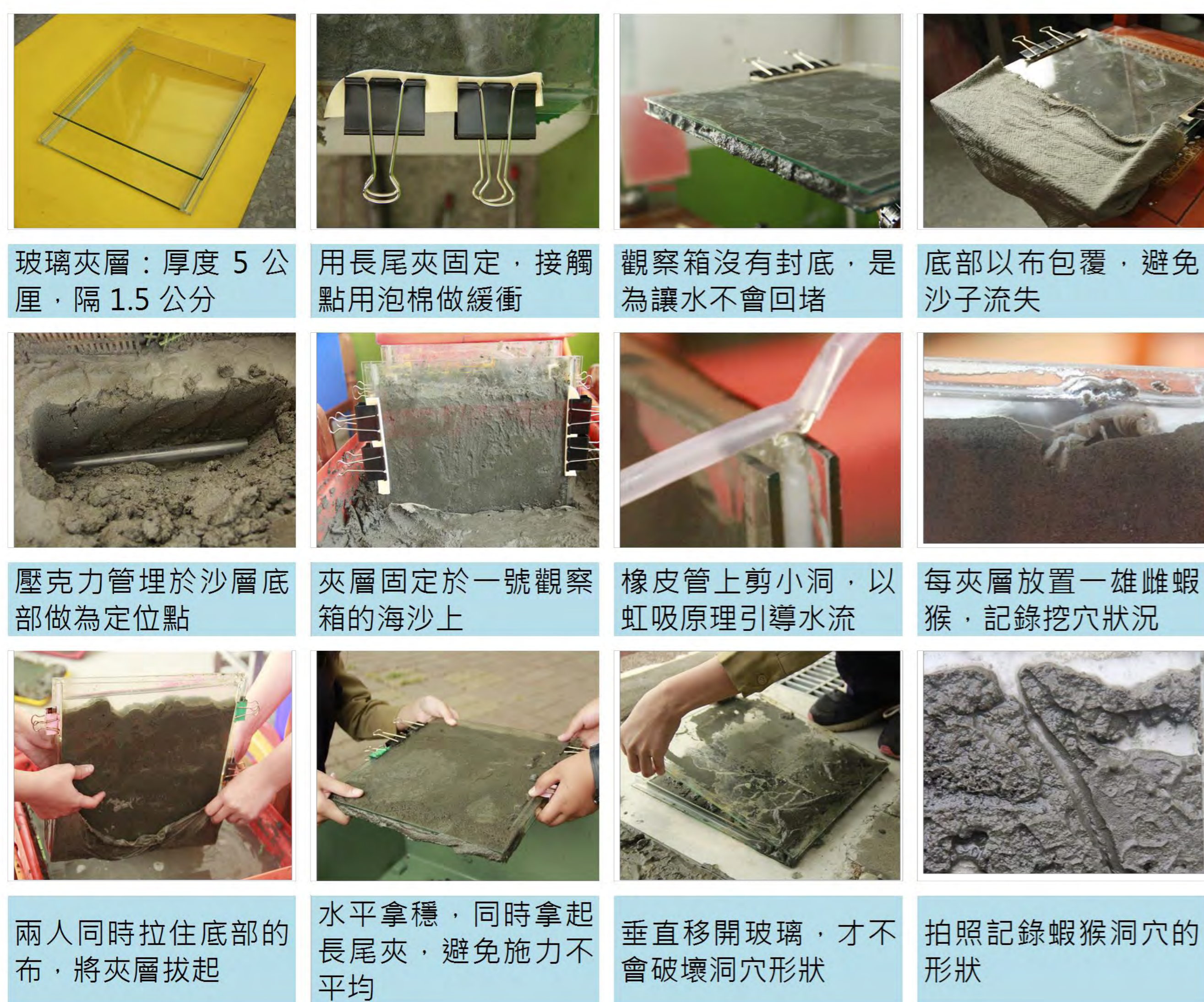
### 【研究三】蝦猴的築穴行為



自製海水循環系統



二號觀察夾層裝置



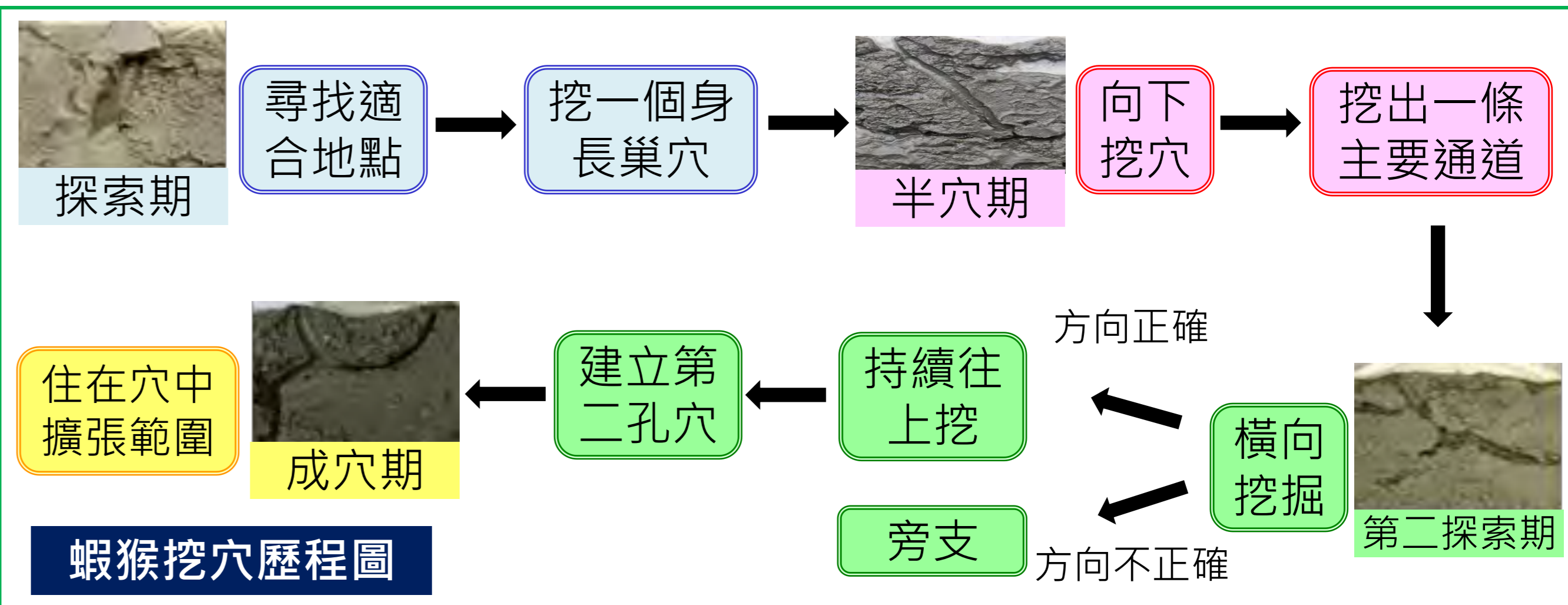
二號觀察夾層使用步驟

### 一、挖穴行為

挖穴動作彙整一覽表

動作	動作照片	動作說明	用途
鐵頭功		以正面的姿勢將頭栽進泥沙中，用整掌和第二對步足將沙挖出一個小洞	一開始最主要使用的方法，可以鬆土，也可以搬運
螺旋鑽土機		整掌和第二對步足先挖穴，其他步足旋轉身體，以不同的角度將土挖開	當泥沙較硬時無法使用鐵頭功，便用此招土挖開
黏壁功		用整掌、第二對步足和顎足將泥沙鋪平，再用其他步足讓泥沙壁緊實	用泥填補沙和沙之間的空隙
神鬼搬運		將沙土用前三對步足配合剛毛夾住，再利用腹部的力量轉身游到洞外放下	在通道裡面最常使用的快速挖土方式

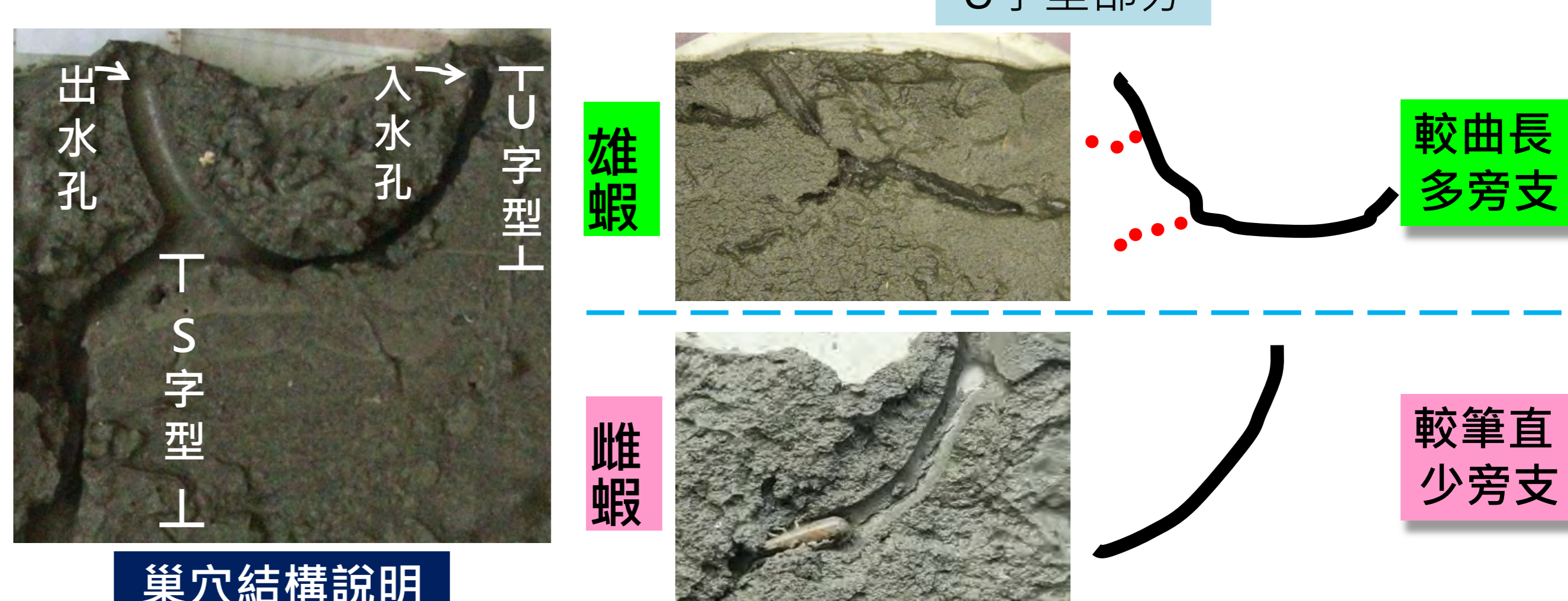
### 二、築穴歷程



蝦猴挖穴歷程圖

**發現：**泥沙比例會是築穴是否能夠成功的關鍵，泥太多，容易阻塞住洞口，水流無法順利流動，帶來氧氣；沙太多，容易塌陷，無法建構蝦猴壁。這也說明為何同一片泥灘地，蝦猴洞的分布卻不平均。

### 三、巢穴形狀



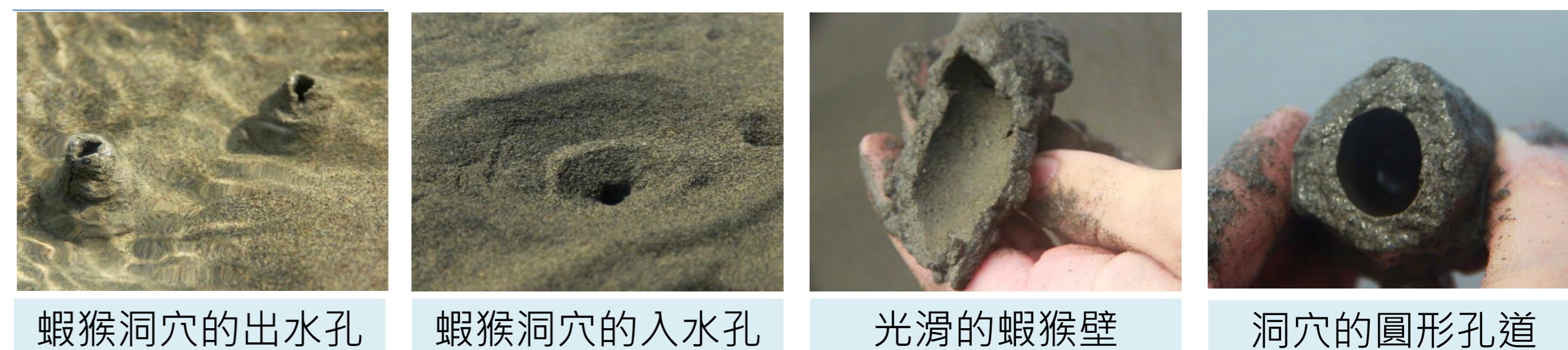
巢穴結構說明

**結果：**雄蝦猴在U字型的部分路徑較曲長，且幾乎都有旁支，而雌蝦猴則較筆直，少旁支。

**發現：**U字型的部分主要是讓水能夠在洞穴裡流通，帶來氧氣和食物，S字型部分向下延伸，蝦猴利用這部分克服溫度劇烈變化的環境，也能躲避敵人。

### 四、出入水孔

蝦猴洞穴有兩出口，一為入水孔，一為出水孔。在出水孔外常見小土丘的外觀。洞穴內壁顆粒細緻並經由蝦猴之推擠形成光滑堅硬的表面，成為近圓形之管道。

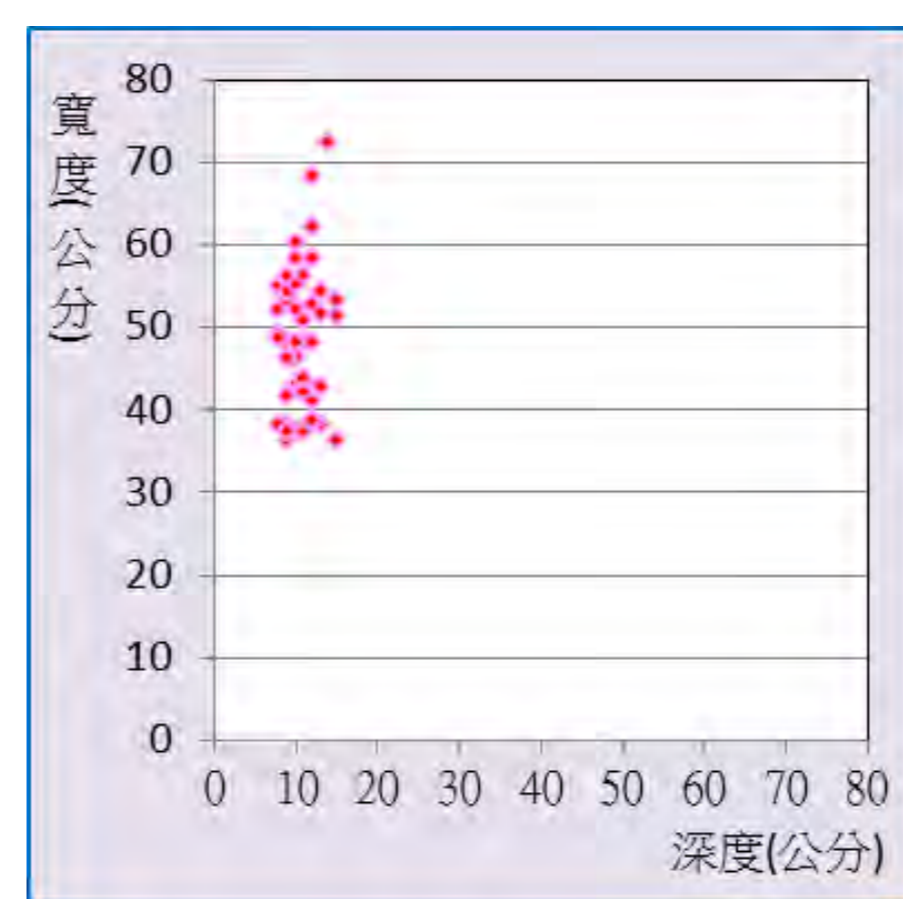


蝦猴洞穴的出水孔 蝦猴洞穴的入水孔 光滑的蝦猴壁 洞穴的圓形孔道

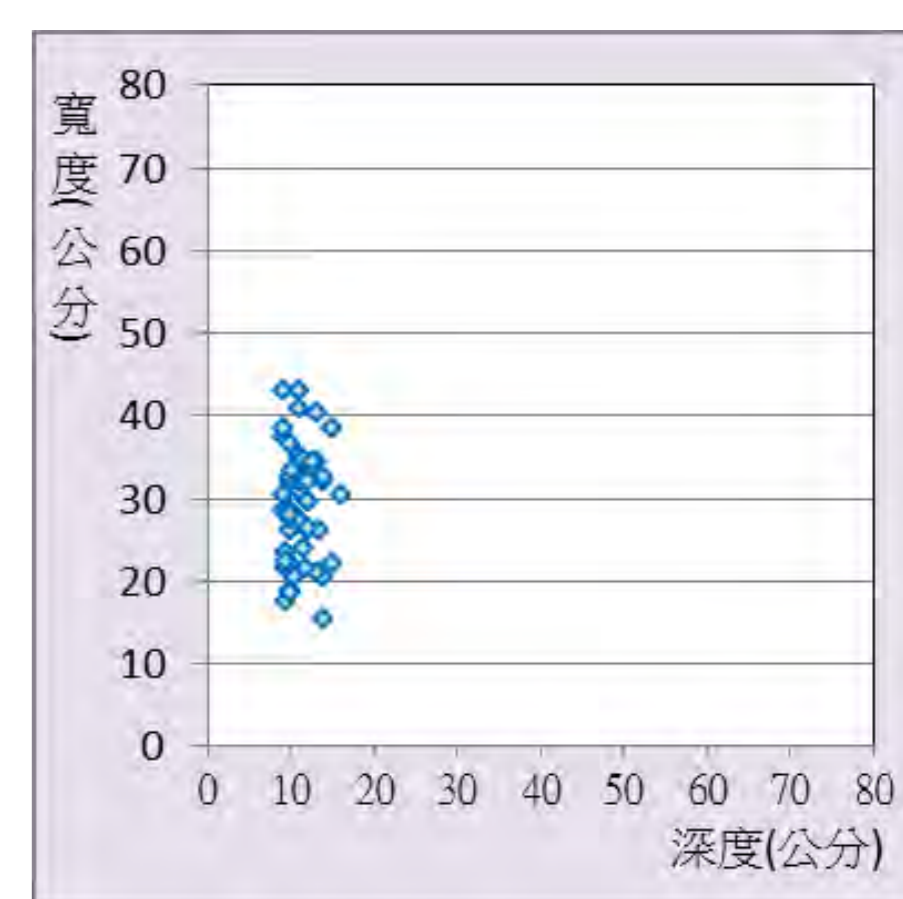
寬度與深度一覽表

出入水孔密度	平均寬度(cm)	平均深度(cm)
疏	48.2	10.7
密	29.2	11.3

**結果：**蝦猴洞穴越密集，出、入水孔的平均寬度越窄，越稀疏時則相反；而出、入水孔的平均深度並沒明顯的差異。



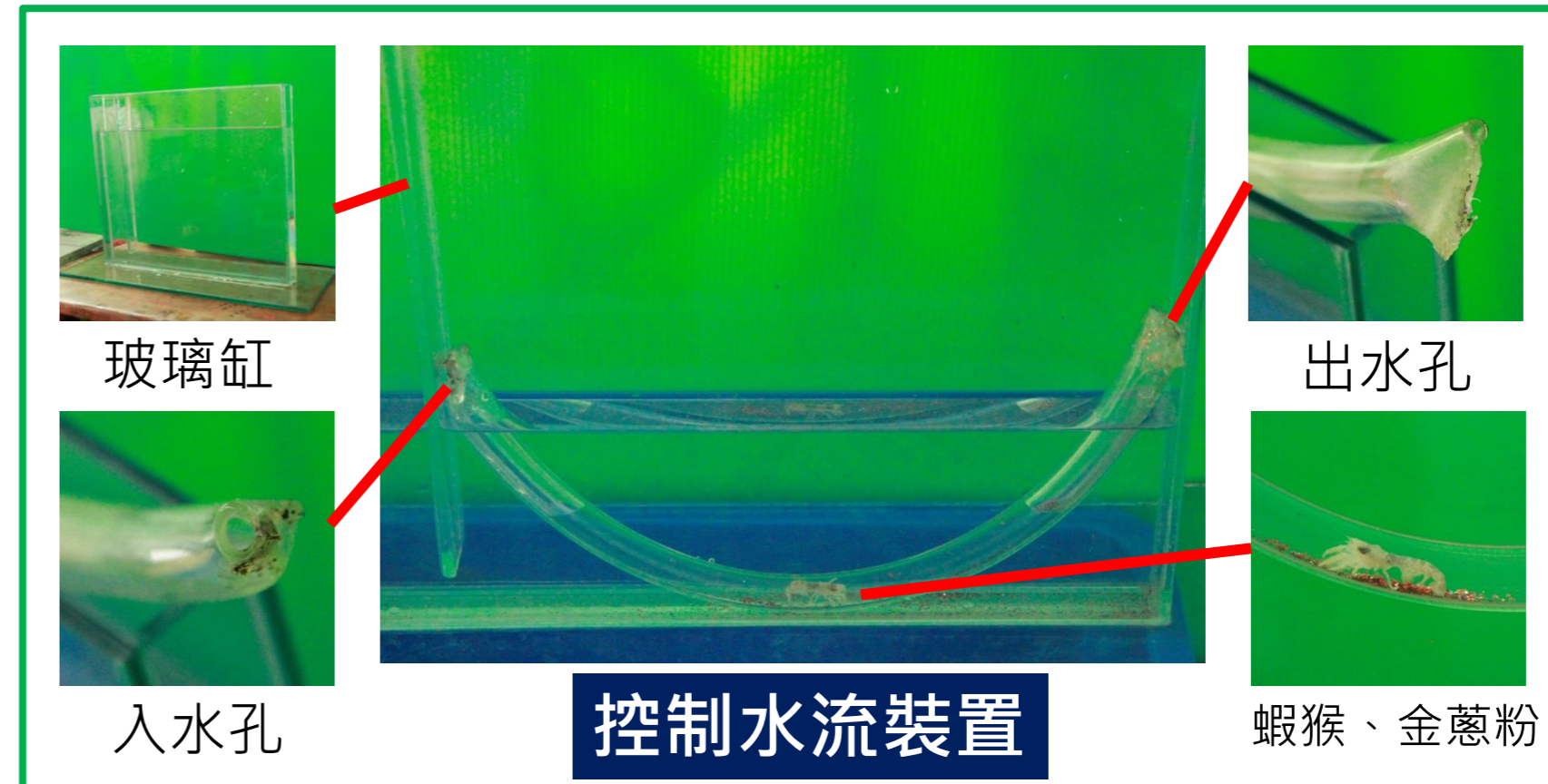
分布稀疏，出入水孔的寬度與深度散布圖



分布密集，出入水孔的寬度與深度散布圖

出、入水孔的寬度，不會影響水孔的深度分布，平均深度約為11公分。

### 五、水流控制



控制水流裝置

**結果：**蝦猴洞穴內的水流變化，主要是因為海水水位的升降，造成壓力形成的，與蝦猴的腹肢擺動並無關聯。

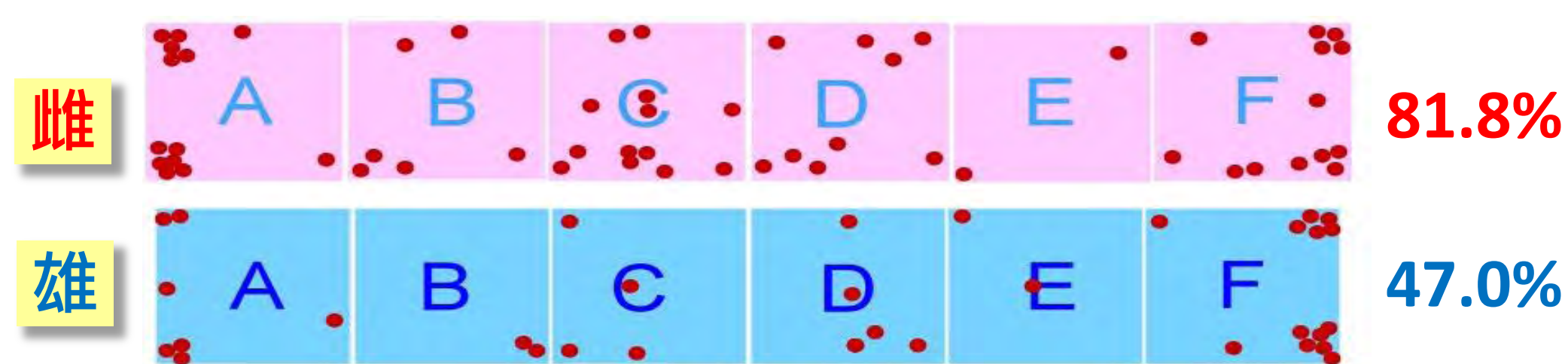
蝦猴、金蔥粉和出入水孔變化情形

變化說明	蝦猴	金蔥粉	出入水孔
當水管充滿水時，蝦猴會以步足順著U形管移動或翻身，腹肢有時也會隨著擺動。		當水注入水管時，管內金蔥粉會因為水位上升造成的壓力，產生攪動並順著水流往出水孔排出。	當水淹沒U形管時，會順著入水孔進入管內，同時，出水孔會有空氣排出，形成小湧泉。
照片			

**發現：**蝦猴腹肢擺動時，可以造成水流，但力道沒有大到能將金蔥粉湧出洞口，而沙粒的重量比金蔥粉重，因此潮間帶看到的出水孔噴沙現象，應是潮汐水位變化所造成。

## 六、雄雌挖穴情形

挖穴率

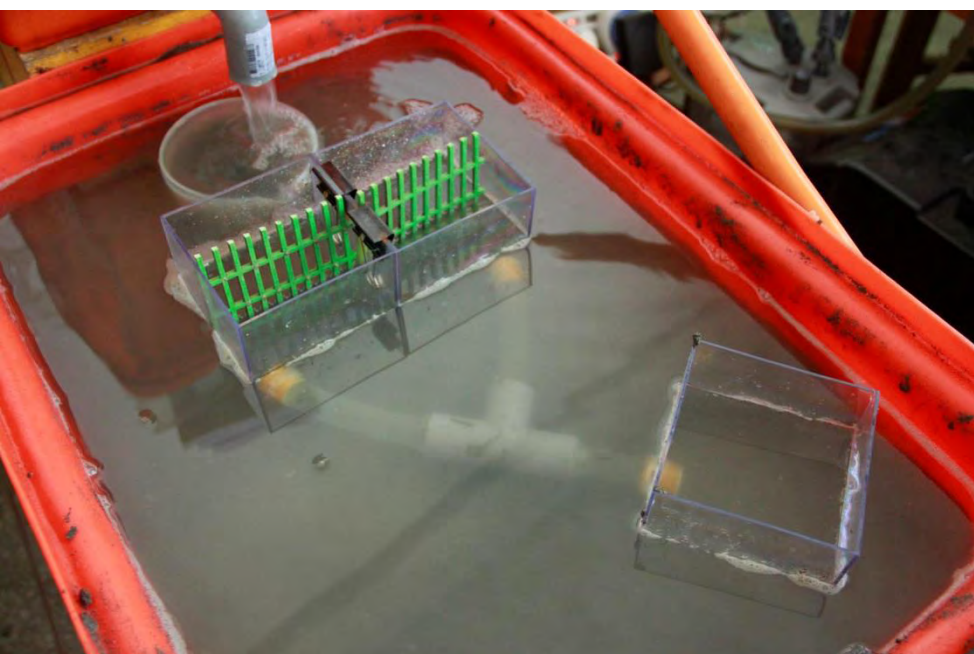
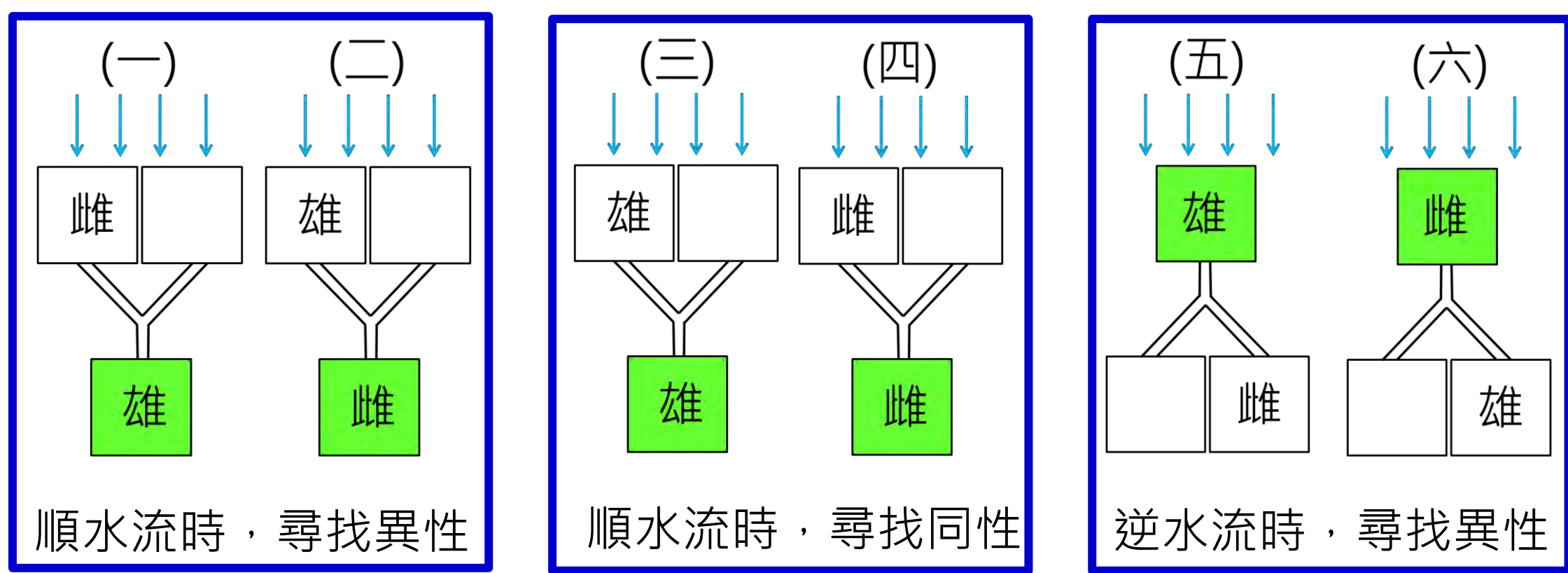


**結果：**雌蝦猴的挖穴率明顯高於雄蝦猴，皆喜歡將洞穴挖在箱子或隔板的邊緣。

**發現：**不管是野外採集或室內實驗，同一地點雄雌數量皆有顯著差異。

## 【研究四】美食奧螻蛄蝦的繁殖行為

### 一、透過水流尋找異性



自製水流實驗箱裝置

**發現：**

1. 順水流時，以雄雌蝦猴為實驗對象，有超過九成的機率成功尋找異性，而同性別成功率為零，顯示異性間才有互相吸引的現象。

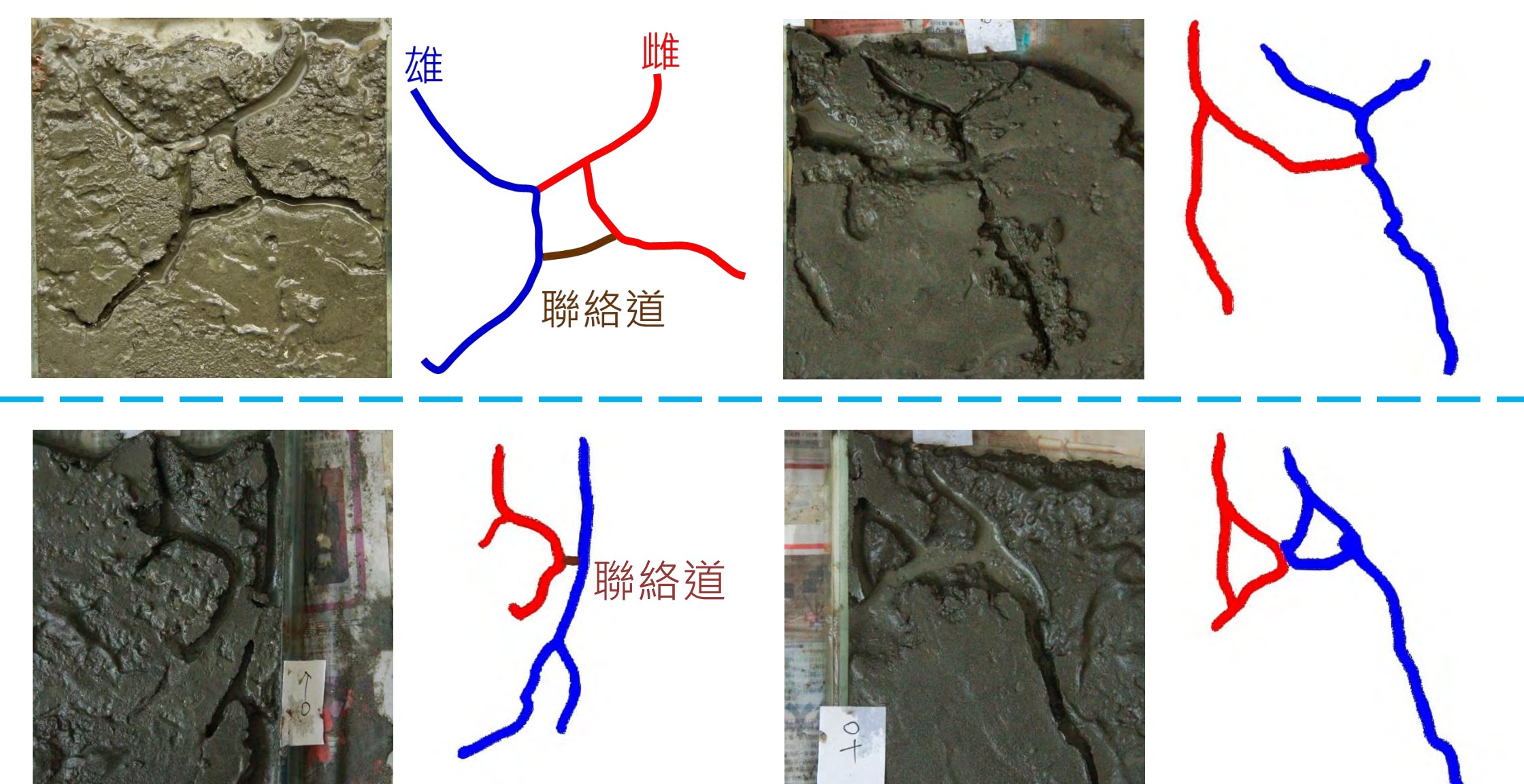
2. 尋找異性時，逆水流的成功率遠低於順水流，顯示水流為傳遞的主要媒介，蝦猴能透過氣味尋找異性。

透過水流尋找異性實驗成功率

狀況	順水流時，尋找異性		順水流時，尋找同性		逆水流時，尋找異性	
組別	一	二	三	四	五	六
成功率%	94	95	0	0	25	24

### 二、巢穴相通

利用二號觀察夾層，總樣本數96組，有效樣本88組，當中有發現巢穴相通的樣本共有13組，節錄四組如下：



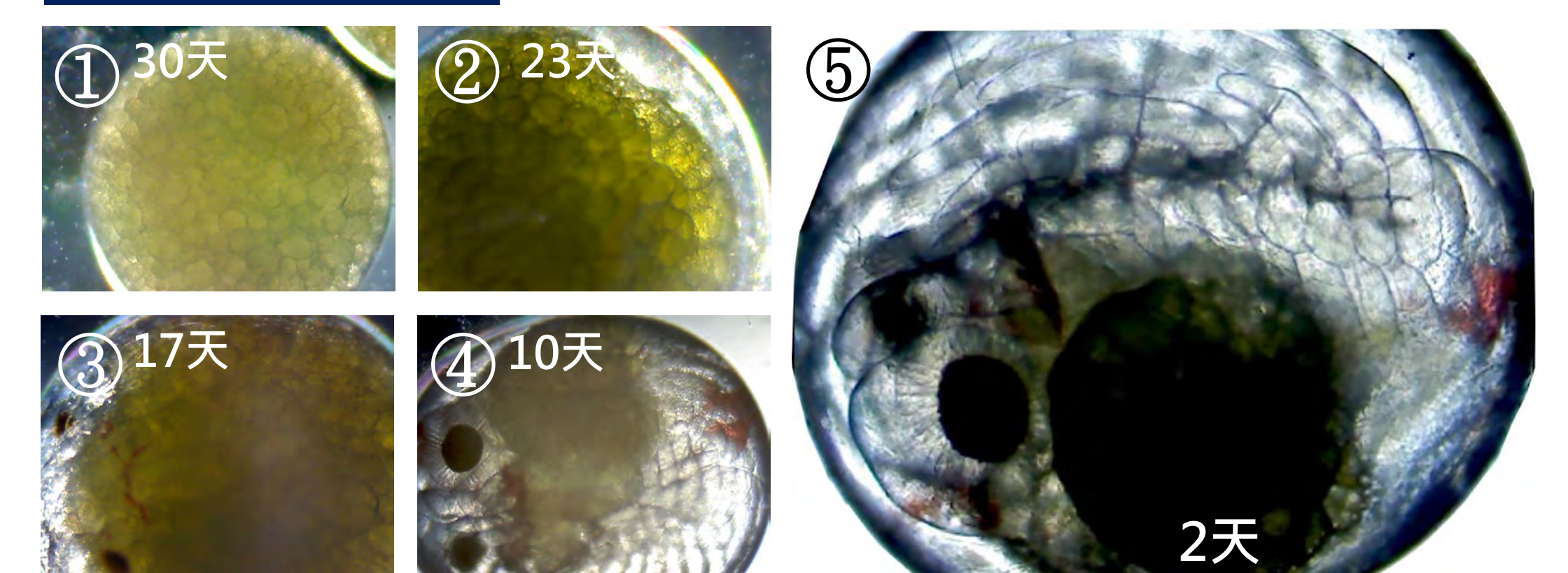
**發現：**

- 巢穴相通時會出現共用出入水孔，或以聯絡道聯繫的現象。
- 推測在野外時，巢穴不會相通的原因是蝦猴築穴時管壁有氣味，其他蝦猴聞到會避開；繁殖期時，則透過水流傳遞吸引異性的氣味，才會有雄雌巢穴相通的現象。

### 三、抱卵與孵化



蝦卵顏色的變化

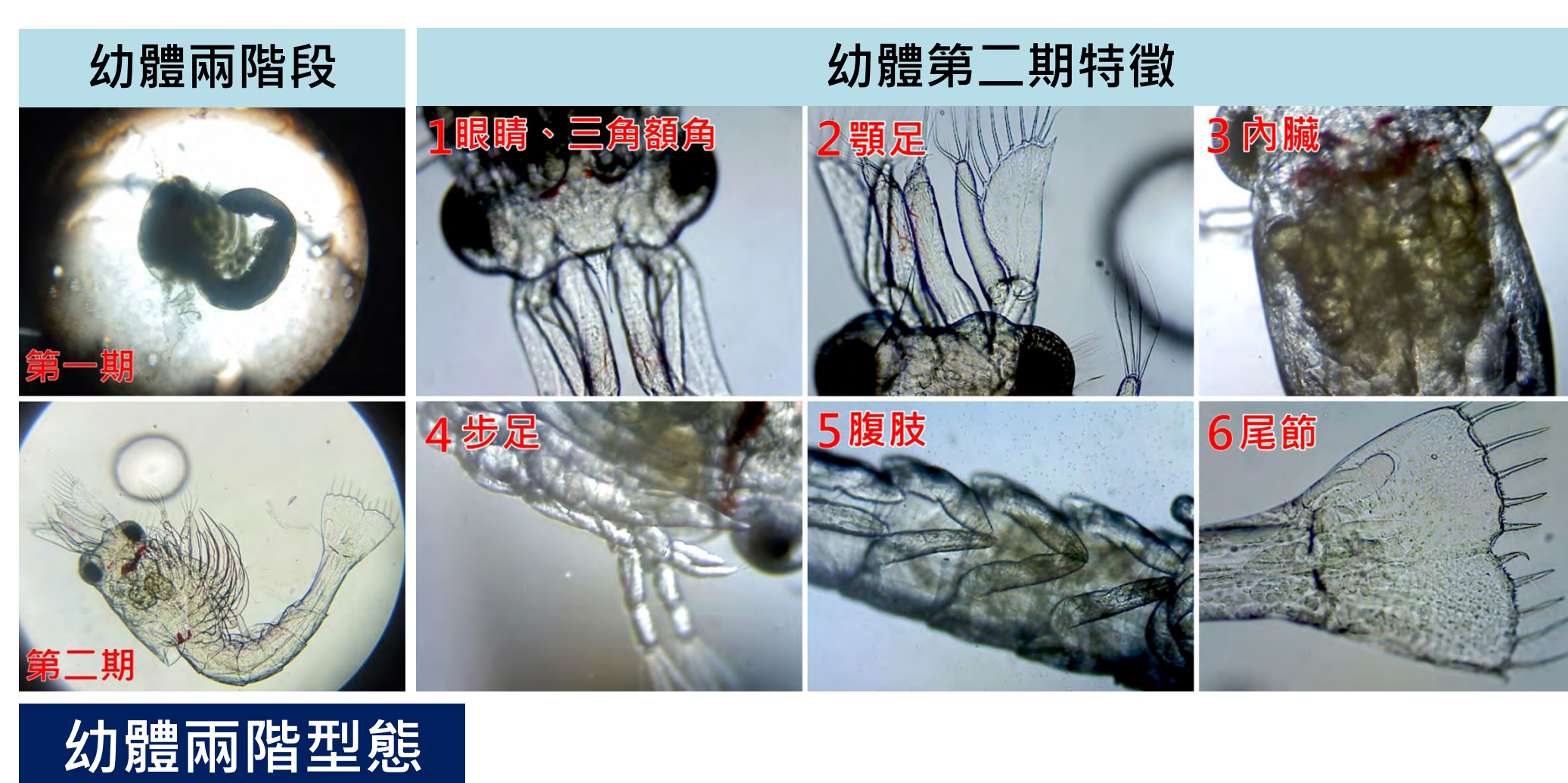


以顯微鏡記錄30天的蝦卵變化過程

- 充滿黃色卵黃，呈不透明狀；
- 卵黃漸減；
- 出現眼睛和紅色色素沉澱物；
- 半透明狀，身體逐漸成形，卵黃明顯減少；
- 眼睛、內臟發育完成，體節清楚可見，接近孵化。

**發現：**

- 當第二期幼體步足發育完整後，便會往底部沉降，發現幼體本能性的鑽入沙中，就沒再出來。
- 幼體具趨光性且漂浮在水面，我們推測雌蝦猴洞穴U字型部分筆直、少旁支的特性，主要是讓幼體能順著水流由出水孔游出洞穴。



## 研究討論

一、蝦猴在泥灘地生態系的意義：

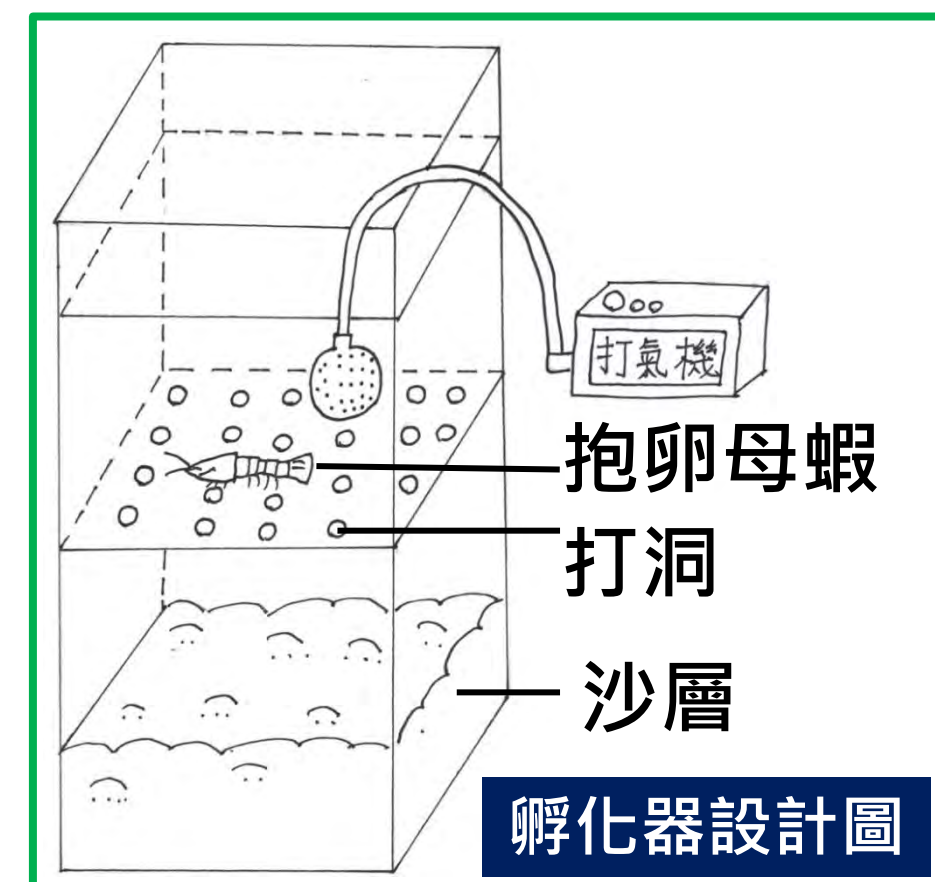
- 蝦猴穴是蝦猴能生存於潮間帶最重要的原因，牠賴之以躲避敵人和克服溫度變化劇烈的環境，更利用洞穴帶動水流覓食，在食物鏈中屬於清除者，是生態系不可缺少的角色。
- 採集時，在不同的深度挖掘到多樣生物，從右圖可發現蝦猴是分布在泥灘地較為底層的生物，當人們為了捉蝦猴而破壞牠們的巢穴，同時也讓許多較上層生物的棲地遭受破壞，受這些生物吸引而來的水鳥，相對的在種類或數量也會減少。因此，捕捉蝦猴對生態相當豐富的潮間帶來說，衝擊是相當大的。

二、人工飼養成蝦：

- 為避免蝦猴在同一空間會互相攻擊，選擇養在較大的水體，用透明飼育盒當蝦猴的「套房」，蝦猴有自己的空間後，開始出現脫殼的現象，正常的生長，蝦猴主要食用清缸時的綠藻，也會吃自己脫下的殼，歸納影響存活率的重要因子有：
- 水溫控制在20~25度；
  - 避免觸發攻擊行為；
  - 定期清缸產生藻類及更換海水；
  - 提供足夠的食物來源。

三、卵孵化成幼體的探討：

- 針對幼體二期沉降之後的高死亡率，我們設計一組孵化器來做改善，孵化器分成兩層，上層為抱卵母蝦孵化室，下層為沙池，上層打氣，至幼體沉降之後，第二層讓幼體鑽入沙池，便可以得到幼蝦苗，實驗裝置設計如右圖。



## 研究結論

一、野外採集與人工飼養：

- 同一區域內雄雌蝦猴數量有明顯差異，顯示雄雌蝦猴築穴的環境條件需求並不一致。
- 隔離飼養可讓蝦猴順利脫殼生長，雄蝦脫殼的周期約25-30天，雌蝦則為40-45天。

二、蝦猴的防衛行為：

- 蝦猴螯掌被拉扯時會觸發攻擊行為，以步足、身體作為攻擊的武器，我們歸類為四招：角力、側翼突擊、泰山壓頂和拋摔；蝦猴頭部受刺激時，反應會最大；當牠遇到危險時，會以向後彈射的方式避開，主要是利用腹部捲曲，再瞬間伸展，往後彈射，腹肢快速擺動，步足縮在頭胸部下減少阻力，彈射距離約為身長的3到4.4倍。

三、蝦猴的築穴行為：

- 蝦猴運用全身的身體構造來進行築穴，挖穴動作分成四個招式：鐵頭功、螺旋鑽土機、黏壁功和神鬼搬運。而築穴可分四階段來完成：探索期→半穴期→第二探索期→成穴期，之後便會一生待巢穴中，除非巢穴遭受破壞。
- 巢穴形狀呈Y字型，雄蝦猴巢穴U字型部分較曲長、多旁支，而雌蝦則較筆直、少旁支，雄雌挖穴率有明顯差異。
- 蝦猴洞穴分布越密集，出入水孔平均寬度越短，越稀疏則相反，而出入水孔的平均深度都是約11公分；另外，潮汐和巢穴結構帶來的水流，讓蝦猴能夠覓食，也造成出水孔噴沙的現象。

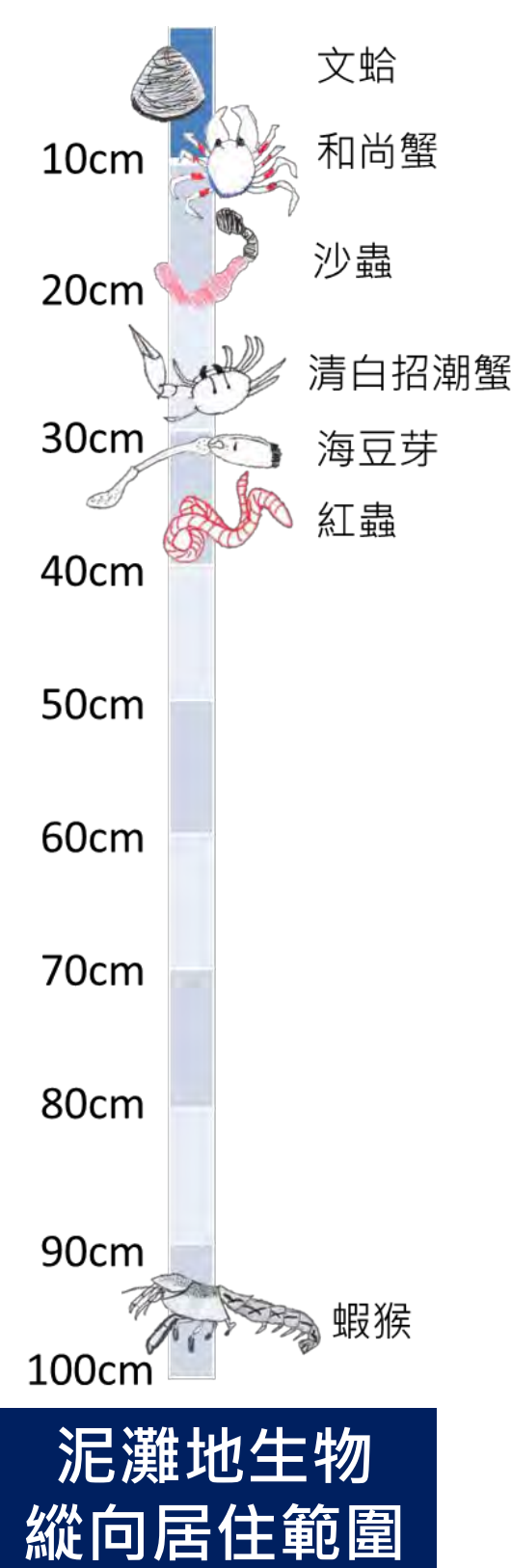
四、蝦猴的繁殖行為：

- 蝦猴能以水流為媒介，透過水流尋找異性的位置。
- 以夾層做室內實驗，88組有效樣本裡，有13組樣本共用出入水孔，或另外挖掘聯絡道聯繫，造成巢穴相通的情形。
- 蝦卵外觀顏色變化為暗綠色→黃色→半透明發眼卵，孵化後的幼體會先漂浮在水面，之後沉降至沙層挖沙築穴。

由於蝦猴是底棲生物，牠在沙層裡的穴居生活，研究文獻比較少，也大多是由洞穴模型來推測，我們成功設計裝置觀察沙層下的蝦猴，解開我們對蝦猴穴的疑問，並初步探討蝦猴的築穴和繁殖等行為，提供人工養殖或種源資料建立的參考，也希望大家，到鹿港小鎮品嚐蝦猴美味的同時，要正視沿岸潮間帶生物逐漸消失的問題。

## 參考文獻

- 白志年、黃淋智、劉富光 (2006)。鹿港特產—美食螻蛄蝦的初期幼生。水試專訓，10，38-40。
- 林鳳嬌 (1995)。臺灣美食螻蛄蝦(鹿港蝦猴)之生物學研究 (未出版碩士論文)。海洋大學漁業科學研究所，基隆市。
- 彭紹宏 (2009)。台灣彰化沿海潮間帶之螻蛄蝦Austinogebiaedulis (Ngoc-HoandChan,1992)的棲地、行為與生態之研究 (未出版博士論文)。海洋大學漁業科學研究所，基隆市。



泥灘地生物縱向居住範圍