

中華民國第 52 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 生物科

080323

盲劍客的春天

—探討光源刺激對澳洲螯蝦避光行為之研究

學校名稱：高雄市小港區港和國民小學

作者： 小六 楊鴻賜 小六 張簡雅慧 小六 許鑣之 小六 陳雅淳 小六 方筠雲	指導老師： 顏志昌 蕭伯昌
--	-----------------------------

關鍵詞：澳洲螯蝦、光源、照度

盲劍客的春天

---探討光源刺激對澳洲螯蝦避光行爲之研究

摘要：

透過實驗的探究，讓我們更了解澳洲螯蝦的避光行爲模式，其中幾項結論包括，第一、光的三原色中，紅色光源對澳洲螯蝦會有最大的避光行爲產生，第二、澳洲螯蝦對來自上方的光源特別敏感，最差的是水平光源的刺激。另外，澳洲螯蝦顛覆一般人對甲殼綱生物視力很差的觀念，它們竟然對光的照度有極高的敏銳性、甚至也能夠辨認細微的照度差異，所以『蝦子』真的不是『瞎子』。

壹、研究動機：

在五年級下學期第二單元『動物面面觀』中，老師有介紹到各種動物的運動行爲，包括節肢動物昆蟲、蝦子、螃蟹…等，其中印象最深刻的便是每組 1 隻澳洲螯蝦的觀察與飼養，我們還幫螯蝦取名字，每天輪流紀錄，我們發現到螯蝦的許多驚奇現象，包括螯蝦的脫殼，從哪裡脫掉、螯蝦如何進食，有沒有牙齒、螯蝦前後足如何運動，其中我們都有發現到每次白天觀察螯蝦，它都是躲在塑膠水管中，沒有在活動，於是上網查了澳洲螯蝦的相關資料，發現螯蝦屬於夜行性的動物，所以我們猜測它是白天在休息，活動力減弱，頓時我的腦中浮現一道疑問，既然螯蝦是屬於夜行性的動物，那它會不會怕光呢？對於光的刺激會有什麼反應呢？於是，隔天我懷抱著這些問題向學校自然老師詢問，老師回答，的確螯蝦會有所謂害怕光的現象，不過，光的條件不一樣或許反應可能也會不一樣，就是因為這樣的一知半解，打開了我們對澳洲螯蝦的研究，使我們想探討澳洲螯蝦害怕光的行爲，希望能透過簡易的實驗，得到澳洲螯蝦對光刺激的行爲模式。

本參展作品與教學單元之相關性有：

- 一、國小自然課本五年級下學期第二單元 動物面面觀
- 二、國小數學課本六年級上學期第八單元 速度

貳、研究目的:

- 一、了解澳洲螯蝦的生活習性。
- 二、觀察澳洲螯蝦的避光行爲模式。
 - (一)澳洲螯蝦的避光行爲是否由眼睛(視覺)來接受光的刺激。
 - (二)澳洲螯蝦的避光行爲是否爲往特定熟悉的方向移動。
 - (三)澳洲螯蝦的避光行爲是否受到躲藏角落數量因素的影響。
- 三、探討光源刺激對澳洲螯蝦避光行爲模式的影響。
 - (一)由不同顏色的光源因素來探討。
 - (二)由不同角度的光源因素來探討。
 - (三)由不同照度的光源因素來探討。
- 四、提出光源刺激會對澳洲螯蝦產生的避光行爲模式。
- 五、培養從事科學研究的精神與態度。

參、研究設備與器材:

- 一、飼養用：玻璃缸水槽(長 90cm×寬 45cm×高 45cm)、澳洲螯蝦(數十隻)、曝曬過的水、塑膠盆、撈魚網、木板、長桌巾
- 二、觀察與測量：30cm 尺 1 把、可轉角度的麥克風架 2 支、竹筷子數支、尼龍繩、LED 燈 2 把、相機 1 台、腳架 1 台、照度計 1 台、玻璃紙(紅、藍、綠)、描圖紙(數張)、迴紋針、剪刀、厚紙板、熱熔槍、延長線、鋁箔紙、有色膠帶、GOM Player 影像軟體、電子白板、Smartboard 軟體、溫度計

肆、研究過程與方法:

◎研究一：了解澳洲螯蝦的生活習性

想法：透過實際的飼養觀察、參觀屏東佳冬螯蝦養殖廠了解澳洲螯蝦的生態

實驗(一)：查閱澳洲螯蝦的文獻資料

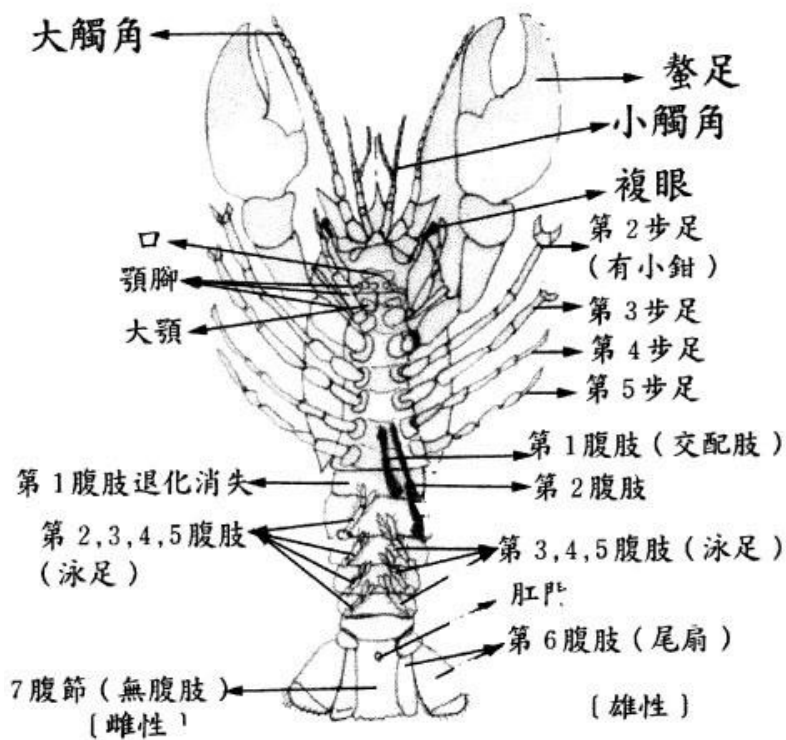
結果：根據調查的文獻資料顯示

1.形態特徵：

紅螯螯蝦隸屬十足目，擬螯蝦科，光殼蝦屬。紅螯螯蝦整個軀體由幾丁質甲殼覆蓋，外表光滑，由頭胸部和腹部組成，與其他甲殼類相似，全身有20節

組成。但尾節 有中間刺，額角上緣有2~3對刺(2對較少見)。第一對胸足特別發達且特化為強大的螯，**雄性螯比雌性發達**，螯的外側頂端有一膜質鮮紅螯帶。是雄與雌區別的第二性徵。其他胸足，第二、三對胸足為螯狀，第四、五胸足呈爪狀。

雄性的外生殖器兩個，生在第五對胸足的基部，螯左右各一個，呈透明突起0.5厘米長；雌性的生殖器是在第三對胸足的基部，左右各一個，呈圓形，有一薄膜覆蓋口。澳洲龍蝦尾部有五片強大的尾扇，外緣三片。其中中片較小，母蝦在抱卵期和孵化期，尾扇均內彎曲，把黏附在腹部的卵抱在腹內，母蝦在爬行或受敵時保護受精卵和稚蝦不受損，這是抱卵與不抱卵母蝦的區分。



螯蝦身體部位名稱



2.生態習性：

(1).底棲：紅螯螯蝦營底棲生活，喜棲息於水草、樹枝、石隙等隱蔽物中。該蝦晝伏夜出，不喜強光，在正常條件下，白天多隱蔽在水中較深處或隱蔽物中，很少活動。傍晚太陽下山後開始活動；多聚集在淺水邊爬行覓食或尋偶。

(2).趨水：紅螯螯蝦有很強的趨水流性，喜新水活水，逆水上溯，且喜群集生活。在養殖池中常成群聚集在進水口周圍。下大雨天，該蝦可逆向水流上岸邊作短暫停留或逃逸，水中環境不適時也會上岸邊棲息。

(3).光誘發產生避光行爲：對於生活在眾多掠食者之間的螯蝦而言。擁有敏感的感官來偵測周圍的危險，對生存非常重要，螯蝦具有良好的視覺及水流感覺，而光與水波震動是水中重要的刺激來源，因此螯蝦也發展出許多重要的行爲，例如：視覺靠近會引起舉螯的防禦動作、水流沖擊導致拍打尾扇逃跑、眼睛在黑暗中突受光刺激機會產生倒退行爲，又稱爲『避光行爲』。

實驗(二)：參觀屏東佳冬澳洲螯蝦養殖廠，請教專家螯蝦的生態與飼養知識

結果：實地參觀佳冬澳洲螯蝦養殖廠

- 1、拜訪養殖廠，觀察螯蝦生態並請教專家有關螯蝦的飼養方式與生活習性。
- 2、澳洲螯蝦養殖廠內從母蝦抱蛋分爲七個時期，到蝦苗、幼蝦、各種大小的成蝦都有，最大爲30cm的成蝦，其中不乏看到許多令人驚艷的畫面，原來螯蝦也會有寄生蟲寄生，造成身體耗弱、螯蝦的體色竟然也會有白色、橘紅色、藍色，專家說，經過幾代的不斷交配可以培育出不同顏色的螯蝦，其中以藍色基因較爲弱勢。
- 3、專家帶著我們觀察場內不同漁塭池中，螯蝦的位置分佈情形，專家指出不同的正方形漁塭池中，螯蝦幾乎都躲在同一個角落，此角落以肉眼判別應該是屬於陽光的死角區；此外戶外的多角形漁塭池中，角落區較容易產生陰影，而其上又有海藻可以遮光，所以螯蝦分布最多，而另外一區角落雖然有陰影，但因為處於噴水口，海藻不容易聚集，所以透光度好，螯蝦數量反而少，專家說明根據養螯蝦的經驗，這種躲避光的行爲，會受到陽光照射的角度、陽光強弱…等而影響。



澳洲螯蝦身上也會有寄生蟲寄生



變種的白色螯蝦體色，另外還有橘紅色、藍色，藍色的出現機率最低



實際觸摸紅螯螯蝦的性徵處(紅色薄膜)



專家解說母蝦抱卵的過程



專家分析為何角落區是螯蝦最容易群聚的地方



專家說明為何此區域同為角落區，但螯蝦幾乎少量分布

實驗(三)：實際飼養澳洲螯蝦並紀錄

- 方法：**1.我們發下觀察箱，一隻澳洲螯蝦，底部鋪上珊瑚砂方便螯蝦行走，再放上一塑膠管提供休憩的位置。
- 2.水量有蓋過螯蝦即可，不定期換水，並且要以曝曬過的水來提供螯蝦換水用。
- 3.螯蝦食物則以麥片為主，每天丟一片即可。
- 4.紀錄澳洲螯蝦的身體變化、生活習性、運動方式…等或是有一些意外的發現，都可以記錄在觀察紀錄表中。

發現：1.根據一段時間的觀察，我們紀錄了澳洲螯蝦的攝食方式、體色改變、白天幾乎都躲在塑膠管中…等現象。

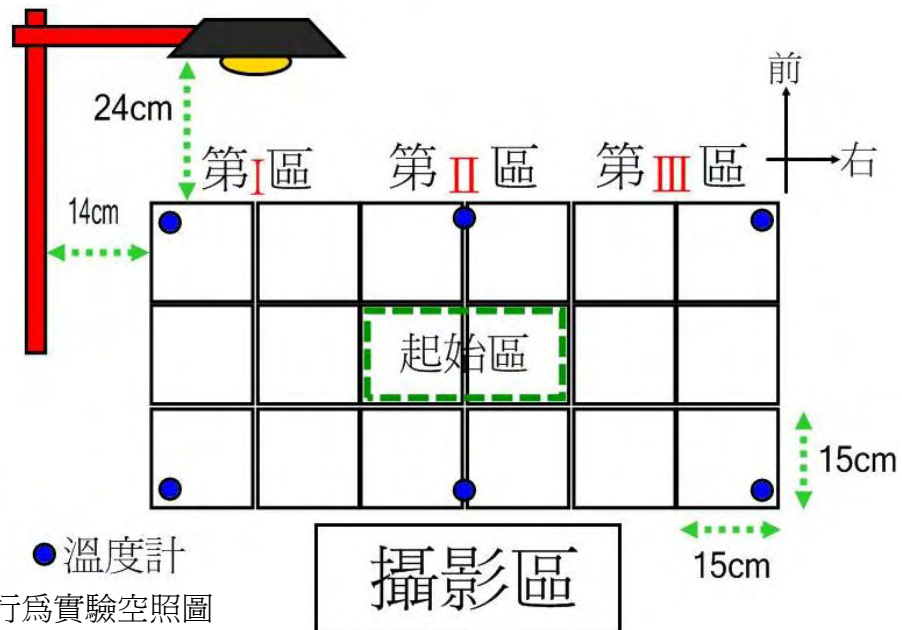
推想：綜合上述實驗(一)、實驗(二)、實驗(三)顯示

- 1、澳洲螯蝦的確會有避光行爲，而且此行爲與光的強弱應該很有關係。

◎研究二：觀察澳洲螯蝦的避光行爲模式

▀ **實驗設計** ▀：我們與老師共同討論如何設計實驗的情境，主要試驗設施如圖所示。

- (一) 實驗水槽：長90cm×寬45cm×高45cm的玻璃缸水槽，裝水深度固定為4cm，在水槽底部利用亮面膠帶劃分出長×寬為15cm×15cm的正方形區塊，共18塊，可以方便記錄澳洲螯蝦的位置移動。
- (二) 起始區：利用PP板割出長×寬×高為30cm×15cm×8cm的長方形柵欄，用來實驗前將螯蝦固定在同一區塊。
- (三) 可調角度光源製造器：結合學校可旋轉角度的麥克風架以及教師的桌上型LED燈座(120V 60HZ 23W)，利用竹筷子為支撐，再以尼龍繩固定之，DIY製作可調角度的光源製造器。最後，光源的側面、上方加上紙板，以控制光照範圍。
- (四) 攝影區：我們在水槽後方，以空照的方式記錄澳洲螯蝦在接受刺激後的行爲模式。
- (五) 照度計：將實驗水槽分為三個區域，分別為第I 區、第II 區、第III 區，可測量三個區域內的光源強弱。
- (六) 溫度計：實驗前，分別用六支溫度計測量水槽內第I 區、第II 區、第III 區的角落處，三分鐘光源照射水面的水溫變化。



※澳洲螯蝦避光行為實驗空照圖

▲實驗條件規劃▼

- (一)澳洲螯蝦：以體長5~6公分大小為實驗用蝦。
- (二)水槽水深：4cm。
- (三)光源大小：LED燈座 120V 60HZ 23W。
- (四)光源製造器位置：如上述實驗空照圖標示，固定之。
- (五)起始區：將澳洲螯蝦固定在停一區塊內靜置5分鐘，待螯蝦狀態穩定後，開始實驗。
- (六)實驗記錄時間：3分鐘。
- (七)實驗水溫變化：LED光源照射水面3分鐘的水溫變化為0度。
- (七)實驗時間：PM 5：00(澳洲螯蝦屬於夜行性動物，活動力最活躍的時間為傍晚)
- (九)螯蝦避光行為探討：針對避光行為，我們觀察幾項指標包括，單位時間的位移量、移動速度、單位時間內螯蝦在不同區域數量的變化。



實驗(一)：澳洲螯蝦的避光行為是否由眼睛來接受光的刺激

想法：根據研究一顯示，澳洲螯蝦的確會有避光行為產生，那避光行為是否由眼睛接受刺激呢？於是我們比較實驗組將眼睛遮住與對照組眼睛正常的差異。

▲對照組▼

- 方法：**
- 1.我們固定光源製造器的位置，將 10 隻澳洲螯蝦框入起始區內靜置 5 分鐘等待。
 - 2.第一位學生關閉教室燈源，第二位學生打開光源製造器以平行光源射入，第三位學生將起始區拿出水槽，同時第四位學生開始進行 3 分鐘的攝影工作。
 - 3.三分鐘結束後，立即紀錄澳洲螯蝦的位置數量。
 - 4.將照度計平放測量水槽中第Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ區域水面中央的照度。
 - 5.將錄影的影像以軟體擷取每 20 秒一個畫面，紀錄澳洲螯蝦在第Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ的數量變化。
 - 6.擷取錄影的首五秒畫面，紀錄澳洲螯蝦在接受光的刺激後所產生的位移並計算移動的速度，反覆上述的實驗步驟進行五次求其平均值。

▲實驗組▼

- 方法：**
- 1.取小片鋁箔紙將澳洲螯蝦頭部包覆，再用防水膠帶固定鋁箔使其不易脫落，注意鋁箔包覆後不能影響澳洲螯蝦的行動。
 - 2.固定光源製造器的位置，將 10 隻包覆鋁箔紙的澳洲螯蝦框入起始區內靜置 5 分鐘等待。
 - 3.重複研究二、實驗（一）的方法 2~7 進行測量及記錄工作。



正面



背面

【位移量與移動速度測量】

我們使用電腦軟體擷取澳洲螯蝦接受光源刺激的第 1 秒與第五秒畫面來做比較，結合學校老師常使用的電子白板 smart board 繪圖功能，在畫面中將澳洲螯蝦頭部標示一個紅點與數字，完成後將第五秒的畫面透明度降低，把兩張照片對著水槽底部格線重疊即可判斷澳洲螯蝦的移動位置，利用 smart board 軟體中的量尺測量畫面中的位移量，再乘以比例尺就可以換算澳洲螯蝦的實際位移量。最後，測量出來的位移量除以所花的時間（5 秒），就等於澳洲螯蝦的移動速度。



【不同區域數量變化測量】

我們使用電腦軟體每 20 秒擷取一張畫面，分別計算水槽中第 I、II、III 區域的澳洲螯蝦數量，記錄到實驗時間 3 分鐘結束，總共會有 9 次的數量資料，再輔以統計圖觀察 3 分鐘內不同區域澳洲螯蝦的數量變化情形。

結果：

▲總位移量測量▼

單位：cm

組別 \ 次數	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
對照組	101	119	110.5	108.5	109	109.6
實驗組	33	32	32.5	41	37	35.1

▲平均移動速度測量▼

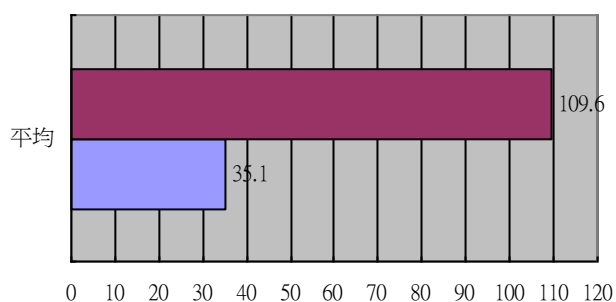
單位：cm/s

組別 \ 次數	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
對照組	2.02	2.38	2.23	2.17	2.18	2.196
實驗組	0.66	0.64	0.65	0.84	0.74	0.706

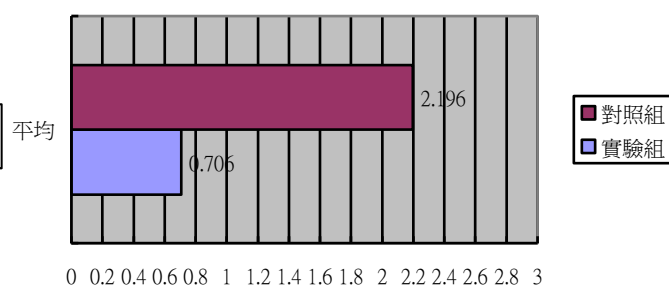
▲單位時間不同區域數量平均測量▼

單位：隻

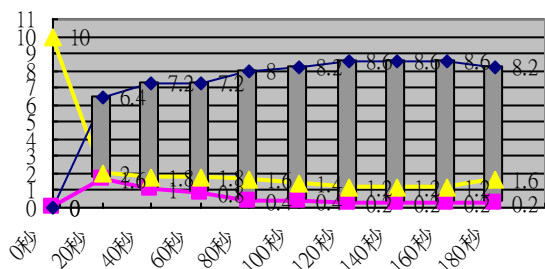
秒數 \ 次數	對照組			實驗組		
	I	II	III	I	II	III
20	1.6	2	6.4	1.8	5.6	2.6
	1	1.8	7.2	1.4	5.4	3.2
40	0.8	1.8	7.4	2	5	3
	0.4	1.6	8	2	4.4	3.6
60	0.4	1.4	8.2	2.2	4	3.8
	0.2	1.2	8.6	2	3.8	4.2
80	0.2	1.2	8.6	1.4	4.6	4
	0.2	1.2	8.6	1.6	4.4	4
100	0.2	1.6	8.2	2	4.6	3.4
	0.2	1.6	8.2	2	4.6	3.4



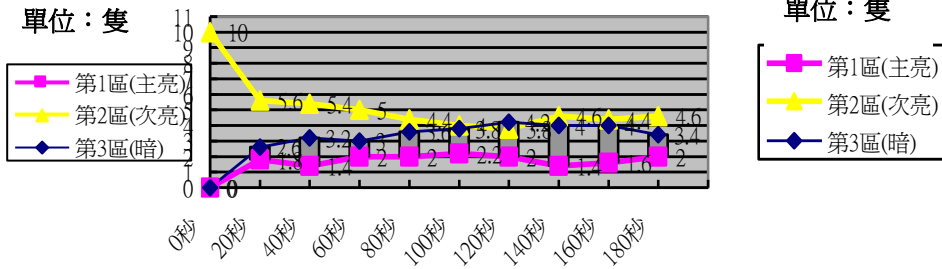
圖一：總位移量比較(單位：cm)



圖二：移動速度比較(單位：cm/s)



圖三：對照組單位時間不同區域數量變化



圖四：實驗組單位時間不同區域數量變化

- 發現：**
1. 實驗組與對照組總位移量平均比較，對照組(109.6cm) > 實驗組(36.38cm)，表示實驗組澳洲螯蝦在經過眼睛遮蔽後，對光源的反應大幅減弱，導致行走的位移量減少。
 2. 總平均速度比較，對照組(2.196cm/s) > 實驗組(0.706cm/s)，表示實驗組澳洲螯蝦在經過眼睛遮蔽後，對光源的反應大幅減弱，導致移動速度減慢。
 3. 依據單位時間不同區域的數量變化資料顯示，第 1 區(主亮)對照組數量折線整體低於實驗組、第 2 區(次亮)對照組數量折線整體低於實驗組，表示澳洲螯蝦在經過眼睛遮蔽後，對於光源的刺激會選擇在原地或往第 1 區(主亮)的數量增多，而第 3 區(暗)對照組數量折線整體高於實驗組，表示澳洲螯蝦在經過眼睛遮蔽後，對於光源的刺激往第 3 區(暗)移動的數量減少。

- 推想：**
1. 根據總位移量與平均速度的實驗結果，有遮蔽眼睛的澳洲螯蝦會對光源的反應大幅減弱，顯示澳洲螯蝦的確是依賴眼睛作為對光源的刺激。
 2. 分析對照組與實驗組單位時間不同區域的數量變化資料，澳洲螯蝦在經過眼睛遮蔽後的确會使移動暗處的避光行為大幅減弱。
 3. 綜合上述 1、2，我們認為澳洲螯蝦的避光行為產生

光源的刺激 → 澳洲螯蝦眼睛 → 避光行為。

實驗(二)：澳洲螯蝦的避光行為是否為往特定熟悉的方向移動

想法：澳洲螯蝦的避光行為是否是因為光源製造器固定在某個方位造成螯蝦習慣性的移動行為產生。

- 方法：**
1. 移動光源製造器的位置，改放至在水槽右方，將 10 隻澳洲螯蝦框入起始區內靜置 5 分鐘等待，為實驗組，對照組則為上述實驗(一)光源在左方。
 2. 重複研究二、實驗(一)的方法 2~6 進行測量及記錄工作。

結果：

▲總位移量測量▼

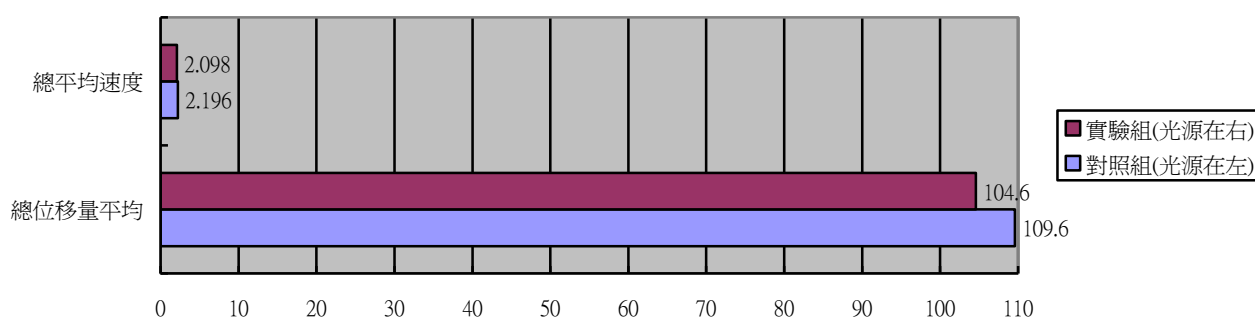
單位：cm

組別	次數					
	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
對照組	101	119	110.5	108.5	109	109.6
實驗組	99.5	104	109	107	103.5	104.6

▲平均移動速度測量▼

單位：cm/s

組別	次數					
	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
對照組	2.02	2.38	2.23	2.17	2.18	2.196
實驗組	1.99	2.08	2.21	2.14	2.07	2.098

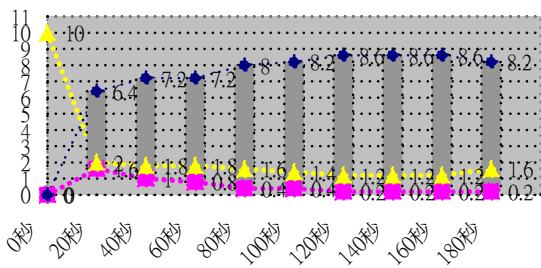


圖一：實驗組與對照組總位移量(單位：cm)、平均移動速度比較(單位：cm/s)

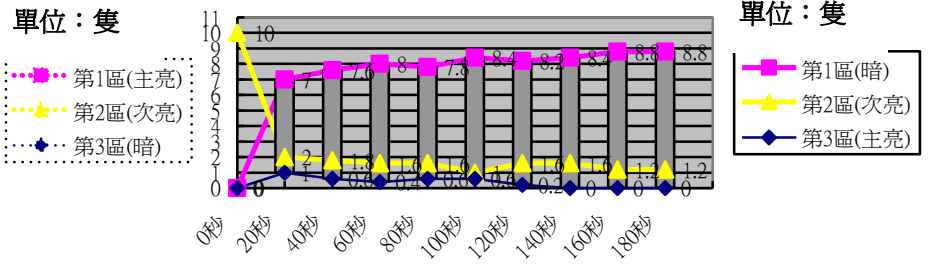
▲單位時間不同區域數量平均測量▼

單位：隻

秒數	對照組			實驗組		
	I	II	III	I	II	III
20	1.6	2	6.4	7	2	1
40	1	1.8	7.2	7.6	1.8	0.6
60	0.8	1.8	7.4	8	1.6	0.4
80	0.4	1.6	8	7.8	1.6	0.6
100	0.4	1.4	8.2	8.4	1	0.6
120	0.2	1.2	8.6	8.2	1.6	0.2
140	0.2	1.2	8.6	8.4	1.6	0
160	0.2	1.2	8.6	8.8	1.2	0
180	0.2	1.6	8.2	8.8	1.2	0



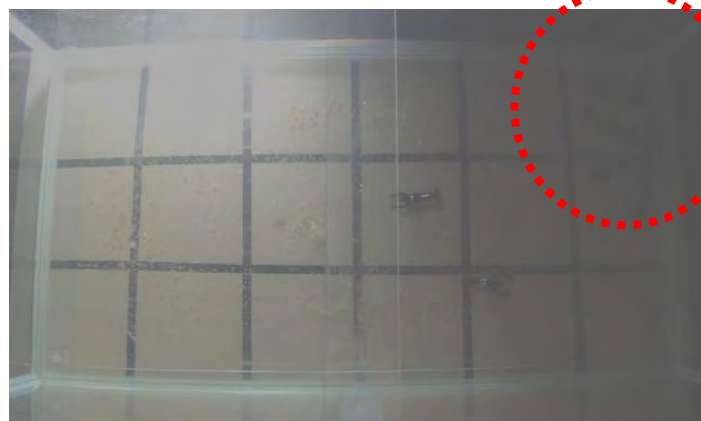
圖二：對照組單位時間不同區域數量變化



圖三：實驗組單位時間不同區域數量變化

- 發現：**
- 1.對照組(109.6cm、2.236cm/s)與實驗組(104.6cm、2.026cm/s)在總位移量平均及總平均速度中數據非常接近，表示實驗組光源在右方後，澳洲螯蝦對光源的反應並沒有受到太大影響，而導致行走的位移量與移動速度大幅減少。
 - 2.依據單位時間不同區域的數量變化資料顯示，實驗組第1區(暗)數量折線圖接近對照組第3區(暗)、實驗組第2區(次亮)數量折線圖接近實驗組第2區(次亮)、實驗組第3區(主亮)數量折線圖接近對照組第1區(主亮)，表示實驗組更換光源在右方後，澳洲螯蝦會往水槽左方產生避光行爲。

意外發現，澳洲螯蝦在避光行爲中，雖然都會移動到暗區，不過都會在暗區的右前方角落聚集，於是我們使用照度計測量，此區域竟然是暗區中照度最低的區域，澳洲螯蝦可能對於照度非常敏感，我們將於後續的實驗中繼續探討照度的部份。



推想：

- 1.由總位移量平均與總平均速度中，可以明顯知道實驗組將光源移到右方，並不會影響澳洲螯蝦的反應。
- 2.比對對照組與實驗組單位時間不同區域的數量曲線資料，實驗組澳洲螯蝦會往水槽左方產生避光行爲，對照組澳洲螯蝦會往右方產生避光行爲，所以澳洲螯蝦並非是因為習慣性的行爲而往固定方向移動。

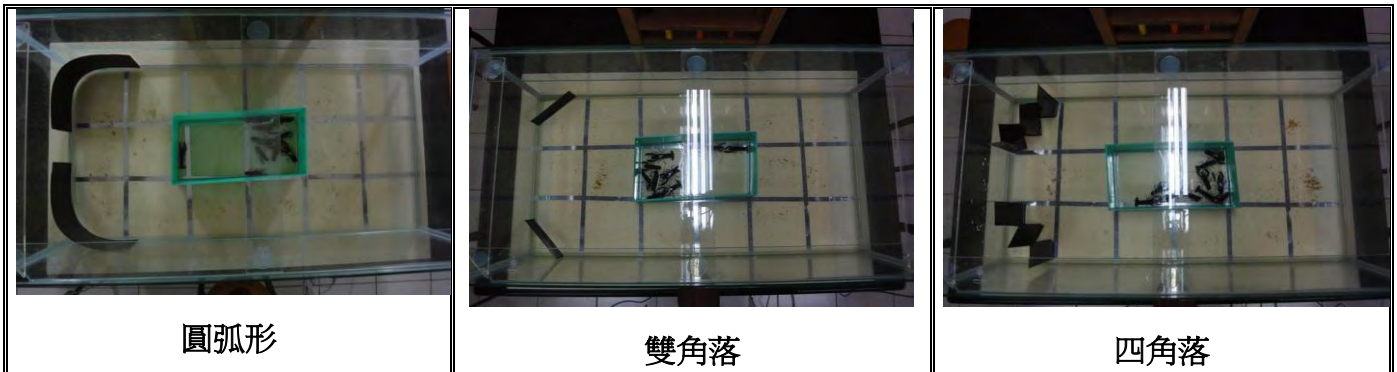
實驗(三)：澳洲螯蝦的避光行爲是否受到躲藏角落數量的影響

想法：澳洲螯蝦都喜歡躲在角落，那麼不同的角落數量是否會影響它的避光行爲。

方法： 1.我們取黑色厚紙板製作下列形狀圓弧形、雙角落、四角落爲實驗組，對照組則爲原實驗(一)單一角落。

2.固定光源製造器的位置，將 10 隻澳洲螯蝦框入起始區內靜置 5 分鐘等待。

3. 重複研究二、實驗（一）的方法 2~6 進行測量及記錄工作。



結果：

▲總位移量測量▼

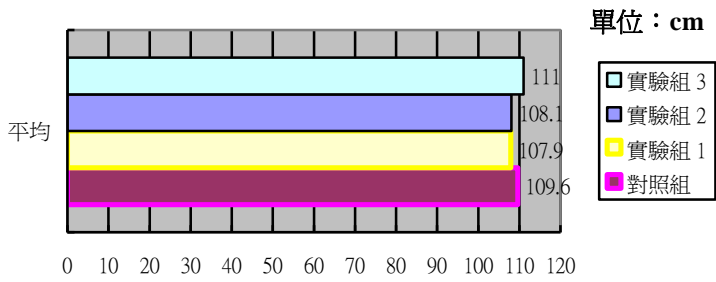
單位：cm

組別 \ 次數	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
對照組 (單一角落)	101	119	110.5	108.5	109	109.6
實驗組 1 (圓弧形角落)	105	112	113	102.5	107	107.9
實驗組 2 (雙角落)	110.5	114	108.5	106.5	101	108.1
實驗組 3 (四角落)	112	110.5	103	118	111.5	111

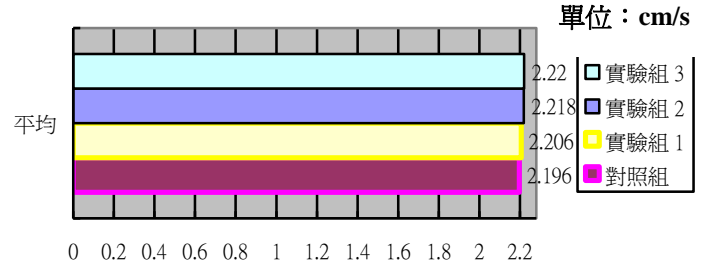
▲平均移動速度測量▼

單位：cm/s

組別 \ 次數	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
對照組 (單一角落)	2.02	2.38	2.23	2.17	2.18	2.196
實驗組 1 (圓弧形角落)	2.05	2.35	2.15	2.36	2.12	2.206
實驗組 2 (雙角落)	1.98	2.32	2.35	2.04	2.25	2.218
實驗組 3 (四角落)	2.24	2.27	2.18	2.34	2.06	2.22



圖一：總位移量平均比較

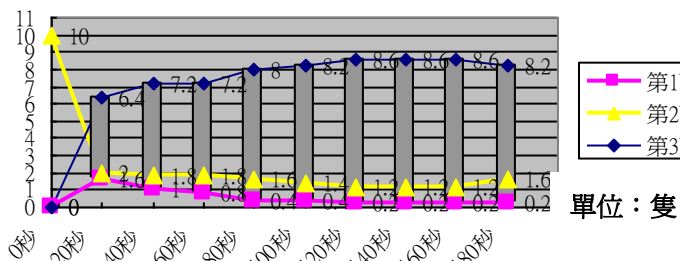


圖二：總平均速度比較

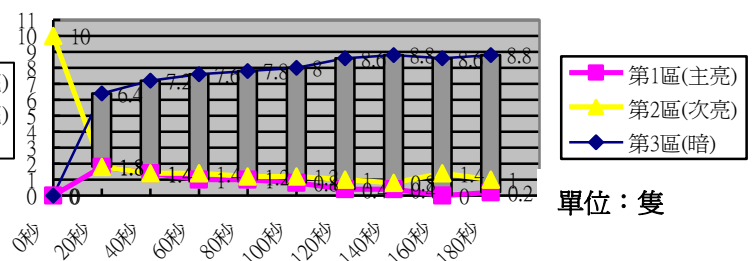
單位時間不同區域數量平均測量

單位：隻

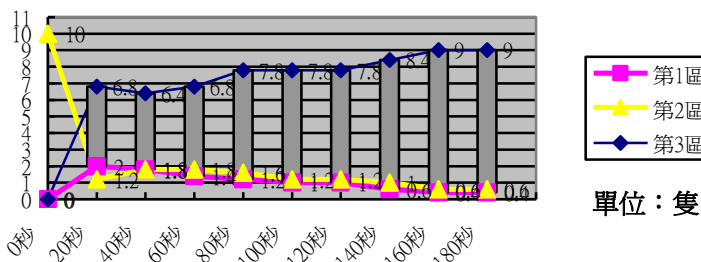
平均秒數	對照組平均			實驗組 1 平均			實驗組 2 平均			實驗組 3 平均		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
20	1.6	2	6.4	1.8	1.8	6.4	2	1.2	6.8	1.6	1.6	6.8
40	1	1.8	7.2	1.4	1.4	7.2	1.8	1.8	6.4	1.2	1.6	7.2
60	0.8	1.8	7.4	1	1.4	7.6	1.4	1.8	6.8	1.2	1.4	7.4
80	0.4	1.6	8	1	1.2	7.8	1.2	1.6	7.2	1	1.6	7.4
100	0.4	1.4	8.2	0.8	1.2	8	1	1.2	7.8	0.8	1.4	7.8
120	0.2	1.2	8.6	0.4	1	8.6	1	1.2	7.8	0.6	1	8.4
140	0.2	1.2	8.6	0.4	0.8	8.8	0.6	1	8.4	0.4	1	8.6
160	0.2	1.2	8.6	0	1.4	8.6	0.4	0.6	9	0.2	1.2	8.6
180	0.2	1.6	8.2	0.2	1	8.8	0.4	0.6	9	0.2	1	8.8



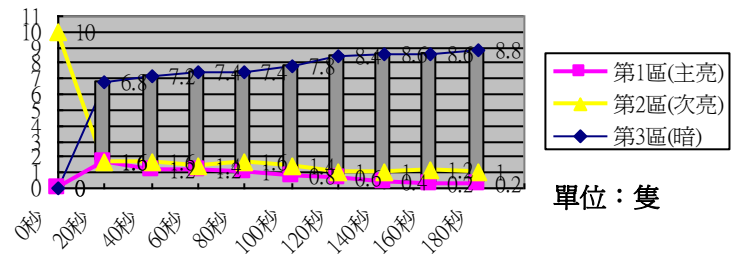
圖三：對照組單位時間不同區域數量變化



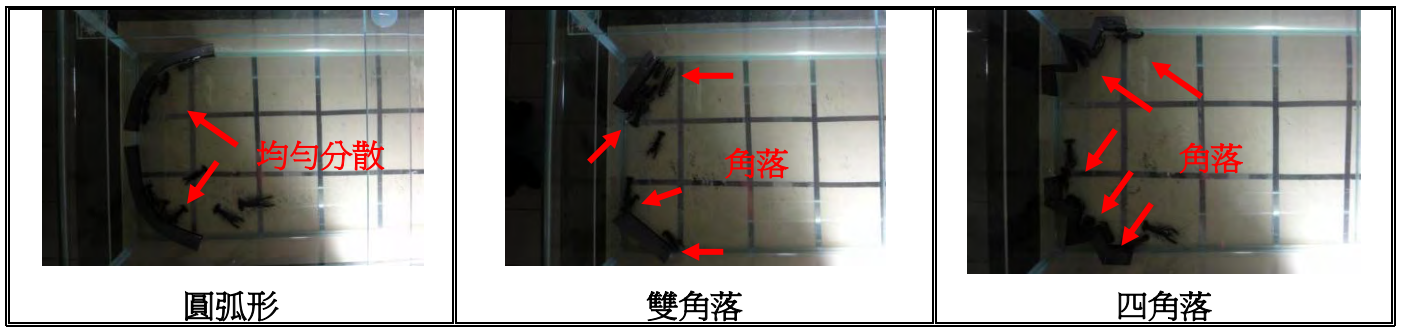
圖四：實驗組 1 單位時間不同區域數量變化



圖五：實驗組 2 單位時間不同區域數量變化



圖六：實驗組 3 單位時間不同區域數量變化



- 發現：**
1. 對照組(109.6cm、2.236cm/s)與實驗組(107.9cm、108.1cm、111cm；2.026cm/s、2.218cm/s、2.22cm/s)在總位移量平均、平均移動速度中數據非常接近，表示對照組與實驗組澳洲螯蝦面對同一光源的反應是一致的。
 2. 單位時間不同區域的數量變化資料顯示，第3區(暗)、第2區(次亮)、第1區(主亮)數量折線圖實驗組1.2.3接近對照組，表示實驗組更換不同的角落數量，澳洲螯蝦的避光行為仍然與對照組相同。
 3. 當角落數量增加，螯蝦會有分散躲藏角落的現象發生，圓弧形則均勻分散。

- 推想：**
1. 根據實驗的結果，不同的角落數量並不會對澳洲螯蝦的避光行為產生影響。
 2. 光源應該是影響澳洲螯蝦避光行為的最重要因素。

◎研究三：探討光源刺激對澳洲螯蝦避光行為的模式的影响

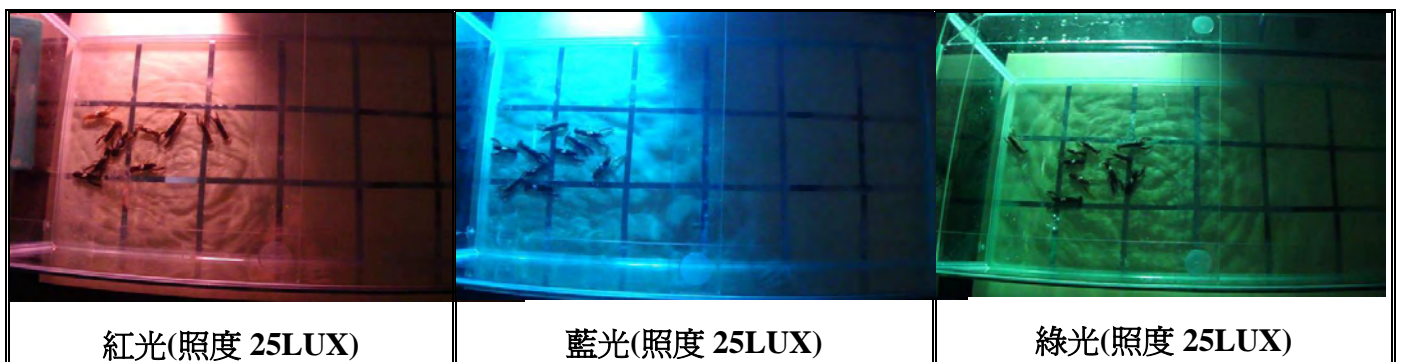
實驗(一)：不同顏色的光源因素探討

想法：光源是影響澳洲螯蝦避光行為的重要因素，我們想知道如果不同顏色的光是否會影響它的避光行為。

方法：

1. 我們利用紅、藍、綠單張玻璃紙分別套在光源製造器上，製造光的三原色。
2. 調整光源製造器的前後位置並使用照度計測量第一區的照度，讓不同顏色的光達到相同的照度(25LUX)，再將10隻澳洲螯蝦框入第一區內靜置5分鐘等待。

3. 重複研究二、實驗(一)的方法2~6進行測量及記錄工作。



結果：

總位移量測量

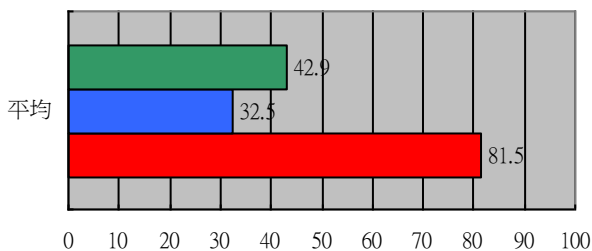
單位：cm

組別 \ 次數	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
紅光	85	80.5	78	81.5	82.5	81.5
藍光	31	35	31.5	32	33	32.5
綠光	41	40.5	44.5	45	43.5	42.9

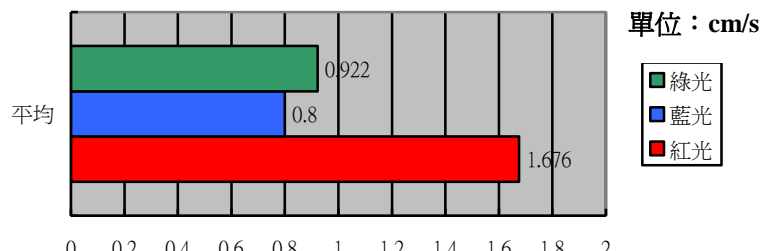
平均移動速度測量

單位：cm/s

組別 \ 次數	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
紅光	1.76	1.66	1.6	1.62	1.74	1.676
藍光	0.77	0.83	0.79	0.8	0.81	0.8
綠光	0.89	0.88	0.95	0.96	0.93	0.922



單位：cm



單位：cm/s

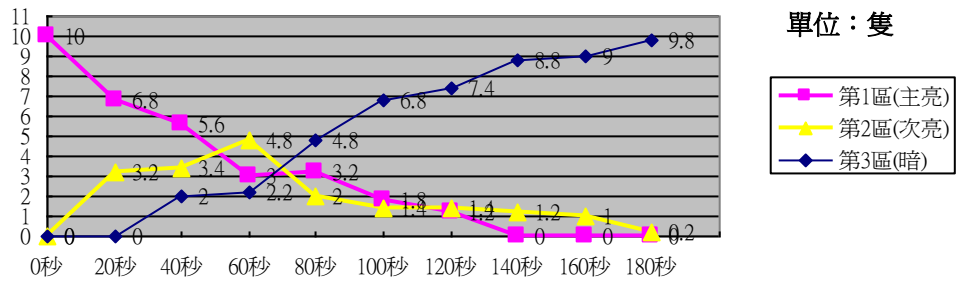
圖一：紅光、藍光、綠光總位移量平均比較

圖二：紅光、藍光、綠光總平均速度比較

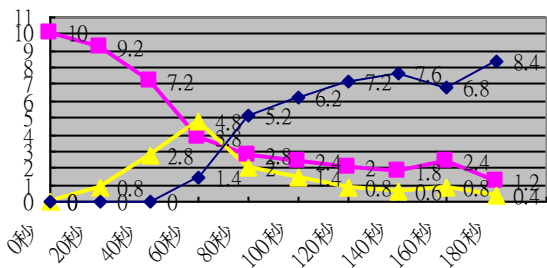
單位時間不同區域數量平均測量

單位：隻

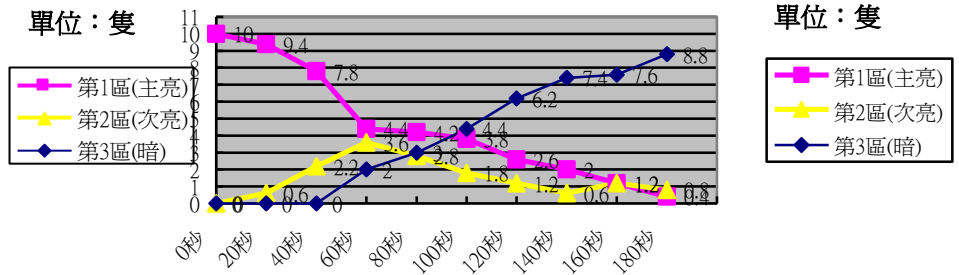
平均秒數	紅光			藍光			綠光		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
20	6.8	3.2	0	9.2	0.8	0	9.4	0.6	0
40	5.6	3.4	2	7.2	2.8	0	7.8	2.2	0
60	3	4.8	2.2	3.8	4.8	1.4	4.4	3.6	2
80	3.2	2	4.8	2.8	2	5.2	4.2	2.8	3
100	1.8	1.4	6.8	2.4	1.4	6.2	3.8	1.8	4.4
120	1.2	1.4	7.4	2	0.8	7.2	2.6	1.2	6.2
140	0	1.2	8.8	1.8	0.6	7.6	2	0.6	7.4
160	0	1	9	2.4	0.8	6.8	1.2	1.2	7.6
180	0	0.2	9.8	1.2	0.4	8.4	0.4	0.8	8.8



圖三：紅光單位時間不同區域數量變化



圖四：藍光單位時間不同區域數量變化



圖五：綠光單位時間不同區域數量變化

發現：1.在總位移量平均中所測得的數據為紅光 81cm > 綠光 42.5cm > 藍光 32.5cm

，表示在相同的照度下紅色色光對澳洲螯蝦會產生較大的位移量，其次為綠光，最後為藍光，而綠光與藍光的位移量差異不大。

2.在總平均速度中所測得的數據為，紅光 1.676cm/s > 綠光 0.912cm/s > 藍光

0.786cm/s，表示在相同的照度下紅色色光會讓澳洲螯蝦有最大的平均速度，其次為綠光，最後為藍光，而綠光與藍光的平均速度差異不大。

3.分析三個區域的數量變化資料，第1區(主亮)數量折線圖紅光、藍光、綠光都呈現逐漸遞減的走向，不過紅光在20秒時遞減最為強烈，第2區(次亮)紅光、藍光、綠光數量折線圖走向接近，同樣的紅光在20秒時遞增較多，第3區(暗)數量折線圖紅光、藍光、綠光都是呈現逐漸遞增的走向，但紅光在40秒時就有螯蝦出現，藍光、綠光要到60秒才有螯蝦出現，而最後的180秒紀錄中紅光數量最多。

推想：1.由上述的結果得知，澳洲螯蝦對紅光的敏感度遠高於綠光、藍光，而綠光又些微高於藍光。

2.澳洲螯蝦在紅光、藍光、綠光的照射下都會產生避光行為，但由三個區域的數量變化顯示，紅光的刺激會讓澳洲螯蝦產生的避光行為較為劇烈。

實驗(二)：不同角度的光源因素探討

想法：澳洲螯蝦的眼睛為立體的球形，我們想知道不同的光源角度照射對它的避光行為會不會有影響

方法： 1.我們調整光源製造器的角度呈現水平、30度、60度、90度分別進行實驗。
2.重複研究二、實驗（一）的方法 1~6 進行測量及記錄工作。



結果：

總位移量測量

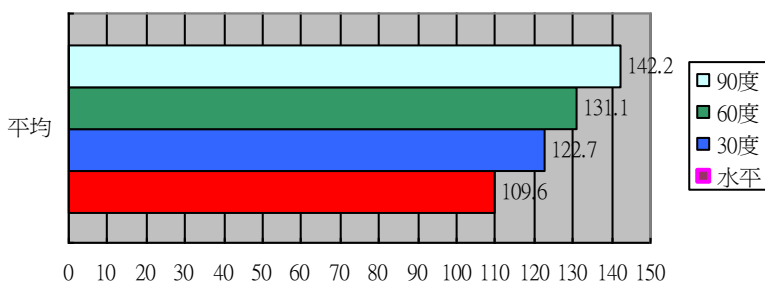
單位：cm

組別 \ 次數	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
水平	101	119	110.5	108.5	109	109.6
30度	121.5	120.5	123	122	126.5	122.7
60度	132.5	129	130.5	133.5	130	131.1
90度	138	141.5	140	143.5	148	142.2

平均移動速度測量

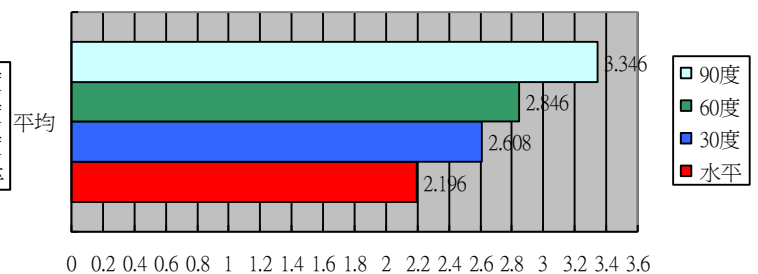
單位：cm/s

組別 \ 次數	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
水平	2.02	2.38	2.23	2.17	2.18	2.196
30度	2.53	2.52	2.64	2.61	2.74	2.608
60度	2.86	2.81	2.83	2.91	2.82	2.846
90度	3.19	3.24	3.21	3.43	3.66	3.346



圖一：總位移量平均比較

單位：cm



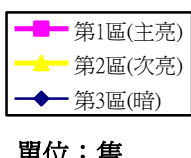
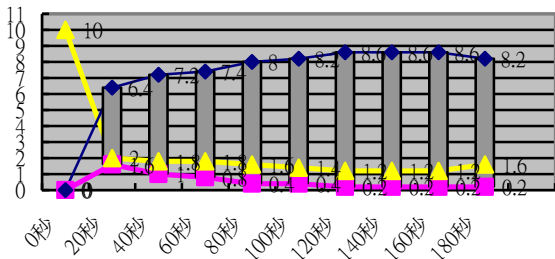
圖二：總平均速度比較

單位：cm/s

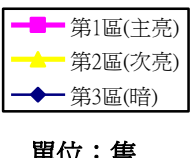
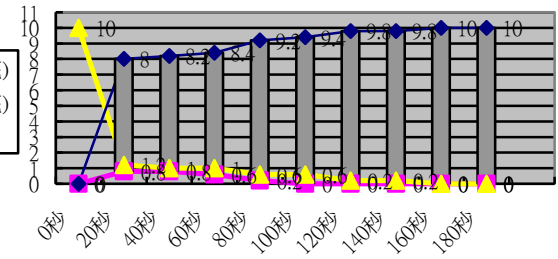
單位時間不同區域數量平均測量

單位：隻

角度 秒數	水平			30度			60度			90度		
	照度(LUX)			照度(LUX)			照度(LUX)			照度(LUX)		
	157	53	4	480	134	4	807	158	5	1052	139	2
20	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	1.6	2	6.4	0.8	1.2	8	0	1	9	0	0.4	9.6
40	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	1	1.8	7.2	0.8	1	8.2	0	0.4	9.6	0	0	10
60	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	0.8	1.8	7.4	0.6	1	8.4	0	0.4	9.6	0	0	10
80	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	0.4	1.6	8	0.2	0.6	9.2	0	0.2	9.8	0	0	10
100	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	0.4	1.4	8.2	0	0.6	9.4	0	0	10	0	0	10
120	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	0.2	1.2	8.6	0	0.2	9.8	0	0	10	0	0.2	9.8
140	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	0.2	1.2	8.6	0	0.2	9.8	0	0.2	9.8	0	0	10
160	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	0.2	1.2	8.6	0	0	10	0.2	0	9.8	0	0	10
180	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	0.2	1.6	8.2	0	0	10	0	0	10	0	0	10



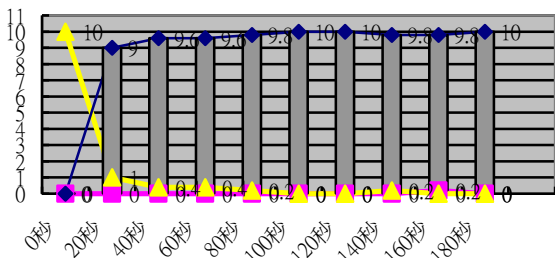
單位：隻



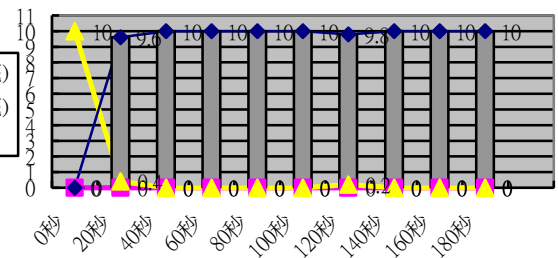
單位：隻

圖三：水平單位時間不同區域數量變化

圖四：30度單位時間不同區域數量變化



單位：隻



單位：隻

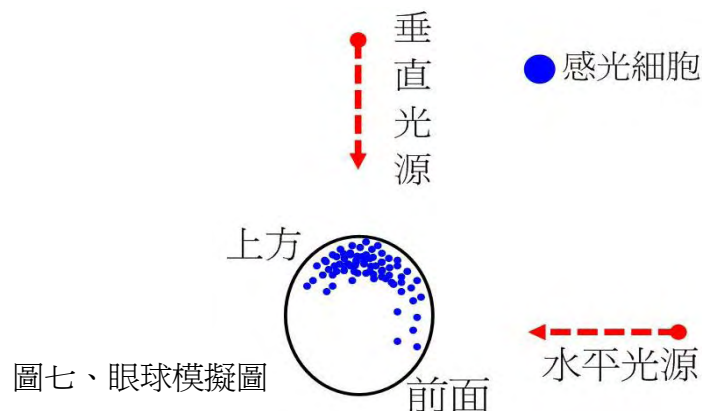
圖五：60度單位時間不同區域數量變化

圖六：90度單位時間不同區域數量變化

- 發現：**
- 1.在總位移量平均中所測得的數據為 90 度(142.2cm) > 60 度(131.1cm) > 30 度(122.7cm) > 水平(109.6cm)，表示 90 度垂直光源對澳洲螯蝦反應最劇烈，產生最大的位移量，其次為 60 度、30 度、最後為水平光源。
 - 2.在總平均速度中所測得的數據為 90 度(3.346cm/s) > 60 度(2.846cm/s) > 30 度(2.608cm/s) > 水平(2.196cm/s)，表示 90 度垂直光源對澳洲螯蝦反應最劇烈，產生最大的平均移動速度，其次為 60 度、30 度、最後為水平光源。
 - 3.分析三個區域的數量變化資料，第 1 區(主亮)數量折線圖水平、30 度、60 度、90 度走向趨近於零，不過水平、30 度在 20 秒時有些微數量增加，第 2 區(次亮)數量折線圖走向接近，皆在 20 秒時出現大幅度的遞減，遞減幅度 90 度 > 60 度 > 30 度 > 水平，第 3 區(暗)數量折線圖都是呈現逐漸遞增的走向，而 20 秒時皆有大幅度的增加，增加幅度 90 度 > 60 度 > 30 度 > 水平，後期的數量 90 度、60 度幾乎為 10。

推想：

- 1.由發現 1、2 的結果中得知，澳洲螯蝦對於垂直 90 度光源的刺激最敏感、其次 60 度、30 度，最不敏感的為水平光源刺激，隨著光照角度增加，螯蝦的反應也趨於敏感。
- 2.分析區域數量變化資料，不管角度為何，光源對澳洲螯蝦而言都會產生避光行為，而觀察 20 秒時的變化，90 度的垂直光源會讓澳洲螯蝦的避光行為最為強烈，其次 60 度、30 度，最低為水平光源。
- 3.根據不同角度的光源對澳洲螯蝦的反應程度與避光行為，我們推測澳洲螯蝦的眼睛感光細胞多分佈於眼球上方，前方則較少，所以對於來自上方的垂直光源較為敏感，水平光源則敏感度較低。



圖七、眼球模擬圖

實驗(三)：不同照度的光源因素探討

想法：由於研究二的實驗(二)中有意外的發現，澳洲螯蝦竟然會聚集在暗區中照度最低的位置，想必對照度變化應該非常敏感，所以我們想知道澳洲螯蝦對照度的變化有多大的敏銳度。

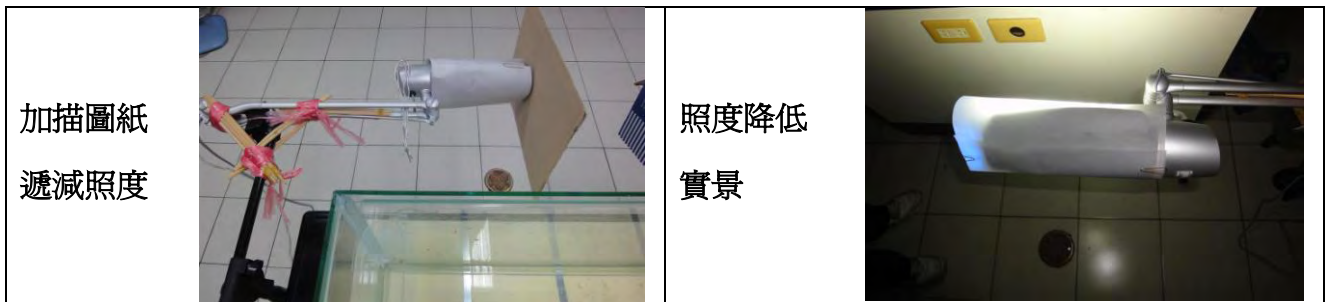
子實驗 a：單邊光源遞減照度，測試澳洲螯蝦在不同照度避光行爲的極限

方法：1.我們在光源製造器的表面加上描圖紙作為遞減照度的工具，每次以五張描圖紙為一個單位分別進行實驗。

2.固定光源製造器的位置，將 10 隻澳洲螯蝦框入起始區內靜置 5 分鐘等待。

3.將照度計平放測量水槽中第 I、II、III 區域水面中央的照度。

4.重複研究二、實驗（一）的方法 2~6 進行測量及記錄工作。



結果：

▲總位移量測量▼

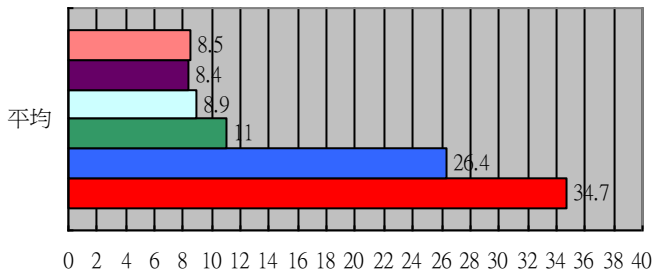
單位：cm

組別 \ 次數	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
5 張	39.5	36	33.5	34	30.5	34.7
10 張	23.5	30	27.5	22.5	28.5	26.4
15 張	9.5	11.5	9	13	12.5	11.1
16 張	8	10.5	9.5	7	9.5	8.9
17 張	7	7.5	9	10.5	8	8.4
18 張	8.5	9.5	10	7	7.5	8.5

▲平均移動速度測量▼

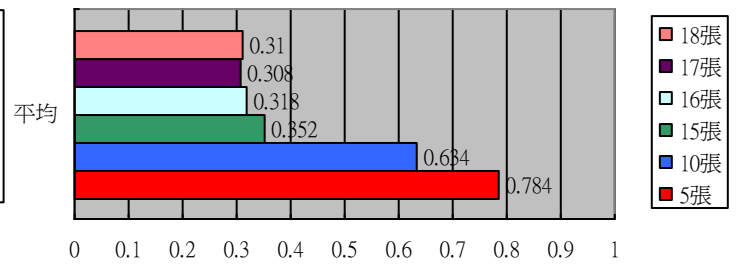
單位：cm/s

組別 \ 次數	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
5 張	0.88	0.81	0.73	0.79	0.71	0.784
10 張	0.58	0.72	0.64	0.57	0.66	0.634
15 張	0.33	0.36	0.32	0.38	0.37	0.352
16 張	0.30	0.35	0.33	0.28	0.33	0.318
17 張	0.28	0.29	0.32	0.35	0.30	0.308
18 張	0.31	0.33	0.34	0.28	0.29	0.31



圖一：不同照度總位移量平均比較

單位：cm



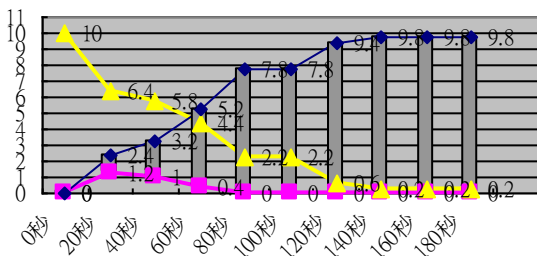
圖二：不同照度總平均速度比較

單位：cm/s

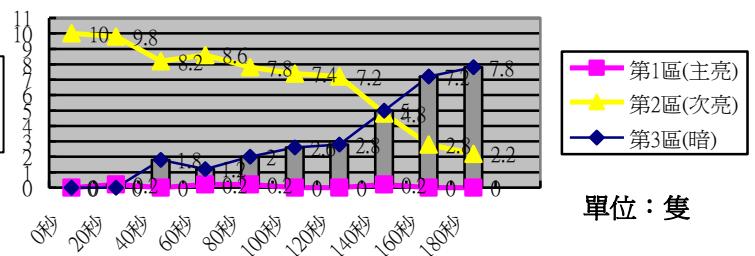
單位時間不同區域數量平均測量

單位：隻

項次 秒數	5張			10張			15張			16張			17張			18張		
	照度(LUX)			照度(LUX)			照度(LUX)			照度(LUX)			照度(LUX)			照度(LUX)		
	57	27	4	28	13	3	5	3	2	3	2	1	2	1	1	2	1	1
20	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	1.2	6.4	2.4	0.2	9.8	0	0	10	0	0	10	0	0	10	0	0	10	0
40	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	1	5.8	3.2	0	8.2	1.8	0.2	8.8	1	0	9.8	0.2	0.2	9.8	0	0	9.6	0.4
60	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	0.4	4.4	5.2	0.2	8.6	1.2	0.2	8.4	1.4	0.4	9.4	0.2	0.2	9.8	0	0.2	9.4	0.4
80	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	0	2.2	7.8	0.2	7.8	2	0	8.2	1.6	0.2	8.4	1.4	0.2	9.6	0.2	0.6	9	0.4
100	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	0	2.2	7.8	0	7.4	2.6	0	7.8	2.2	0.4	8	1.6	0.2	9.6	0.2	1	8.4	0.6
120	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	0	0.6	9.4	0	6.2	3.8	0	7.2	2.8	0.2	7.2	2.6	0.4	8.6	1	1.2	8.2	0.6
140	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	0	0.2	9.8	0.2	4.8	5	0	5.2	4.8	0	6.4	3.6	0.8	6.8	2.4	0.8	7.4	1.8
160	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	0	0.2	9.8	0	2.8	7.2	0	4.6	5.4	0.2	5.4	4.4	2.8	4.8	2.4	2	6.8	1.2
180	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	0	0.2	9.8	0	2.2	7.8	0	3.2	6.8	0.2	4.2	5.6	2.2	4.8	3	2.2	5.4	2.4



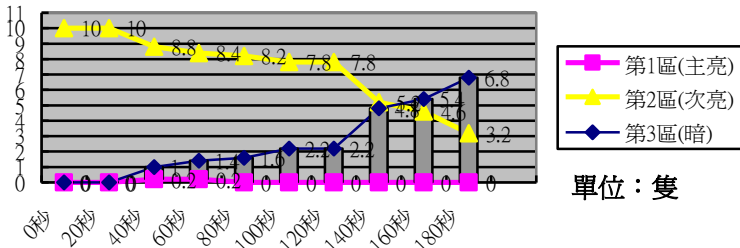
單位：隻



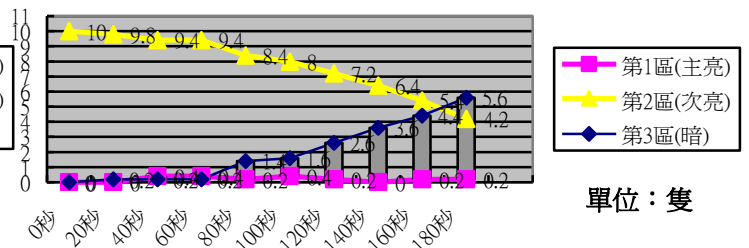
單位：隻

圖三：5張描圖紙單位時間不同區域數量變

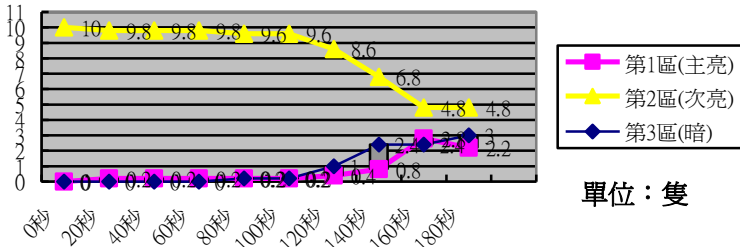
圖四：10張描圖紙單位時間不同區域數量變化



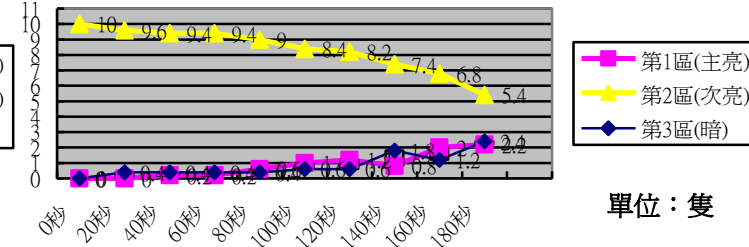
圖五：15張描圖紙單位時間不同區域數量變化



圖六：16張描圖紙單位時間不同區域數量變化



圖七：17張描圖紙單位時間不同區域數量變化



圖八：18張描圖紙單位時間不同區域數量變化

發現：1.在總位移量平均以及總平均速度中所測得的數據為5張(34.7cm；0.784cm/s)
 >10張(26.4cm；0.634cm/s)>15張(11.1cm；0.352cm/s)>16張(8.9cm；0.318cm/s)
 >17張(8.4cm；0.308cm/s)=18張(8.5cm；0.31cm/s)，表示隨著光源照度遞減澳洲螯蝦總位移量、平均移動速度也逐漸減少，尤其在第15.16.17張描圖紙遞減的趨勢減緩，而17.18張則呈現穩定接近的狀態。

2.依據三個區域的數量變化資料，第1區(主亮)數量折線圖第5張到16張幾乎3分鐘內都呈現微量的數量，而第17.18張則在60秒以後有數量遞增的現象，最大數值到2.2隻，第2區(次亮)數量折線圖，皆由10隻逐漸呈現遞減趨勢，但是觀察第180秒，隨著照度遞減，數量反而增多，第3區(暗)數量折線圖都是呈現逐漸遞增的走向，但隨著照度減低，遞增的走向也漸漸減弱，尤其到第17.18張描圖紙時，已經減少到數量接近3隻左右。

3.分析第1區(主亮)與第3區(暗)的上漲線幅度，我們不難發現隨著照度減少，上漲線幅度也逐漸縮小，到第17.18張描圖紙時，兩區的上漲線幅度幾乎沒有差距，表示主亮區、暗區皆有螯蝦分佈，而且第17.18張折線圖中第2區(次亮)與第3區(暗)竟然沒有呈現折線交叉的情形，表示光源對次亮區的澳洲螯蝦並沒有產生太多往暗區移動的效應。

推想：1.由上述的分析中得知，澳洲螯蝦對單邊光源的照度實驗，在第16張描圖紙(3Lux)的時候是它能夠接受照度刺激的極限。

2.澳洲螯蝦對光源的照度可以感受到非常細微。

3.呼應研究一、實驗(二)澳洲螯蝦會聚集在暗區最暗的角落現象，由此實驗證明澳洲螯蝦對光源照度的敏銳度極佳，能夠選擇較暗區聚集是可以達到的能力。

子實驗 b：雙邊光源照度差異，測試澳洲螯蝦面對雙邊光源的照度極限

方法：1.我們在水槽左、右前方各加上一支光源製造器。

2.在兩邊光源製造器的表面加上不同的描圖紙數量，分別為 8：1、4：1、3：1、2：1 進行實驗。

2.調整光源製造器的位置，使第二區起始區的照度維持在 **65Lux**，將 10 隻澳洲螯蝦框入起始區內靜置 5 分鐘等待。

3.將照度計平放測量水槽中第 I、II、III 區域水面中央的照度。

4.重複研究二、實驗（一）的方法 2~6 進行測量及記錄工作。



結果：

▲總位移量測量▼

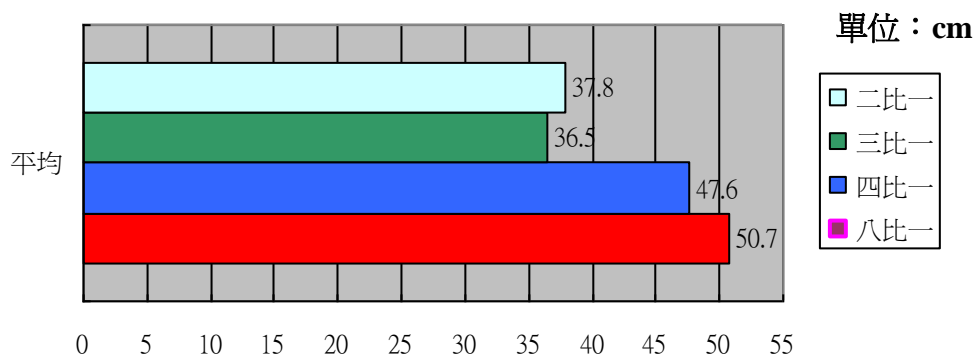
單位：cm

組別 \ 次數	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
八比一	54.5	43.5	50.5	55	50	50.7
四比一	47.5	45.5	51	42.5	51.5	47.6
三比一	40.5	38.5	33.5	35.5	34.5	36.5
二比一	39.5	41.5	39	36.5	32.5	37.8

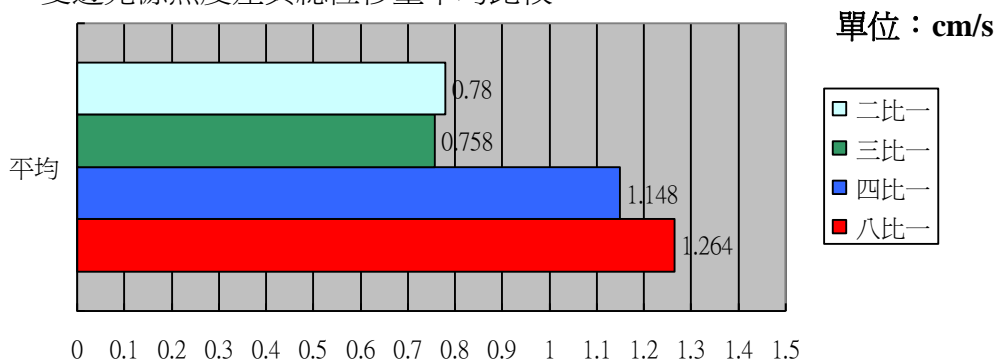
▲平均移動速度測量▼

單位：cm/s

組別 \ 次數	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
八比一	1.43	0.97	1.24	1.49	1.19	1.264
四比一	1.15	1.08	1.29	0.91	1.31	1.148
三比一	0.84	0.79	0.68	0.75	0.73	0.758
二比一	0.81	0.86	0.8	0.77	0.66	0.78



圖一：雙邊光源照度差異總位移量平均比較

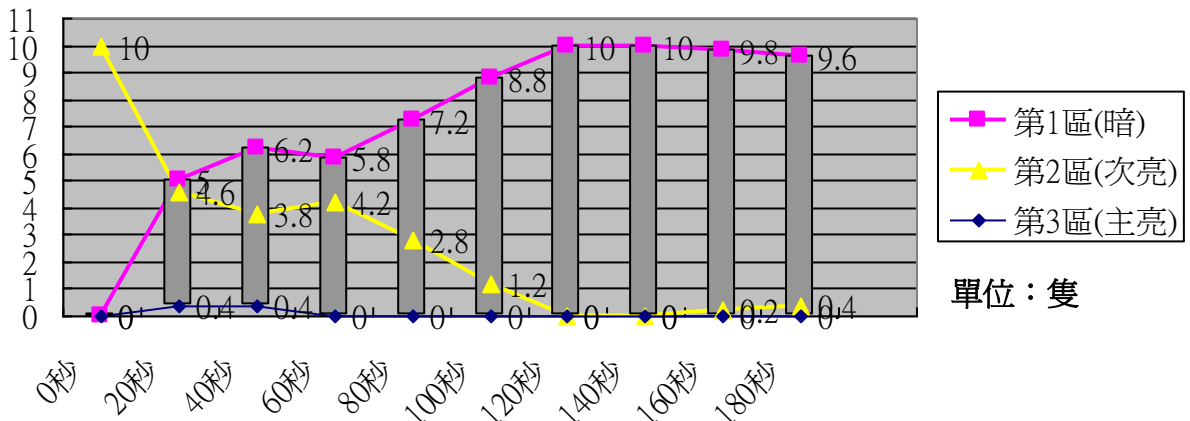


圖二：雙邊光源照度差異總平均速度比較

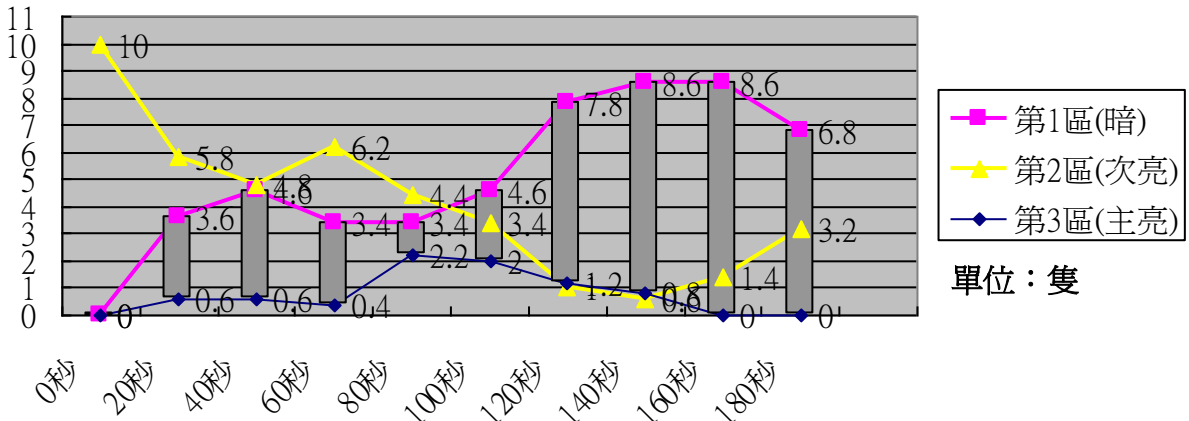
單位時間不同區域數量平均測量

單位：隻

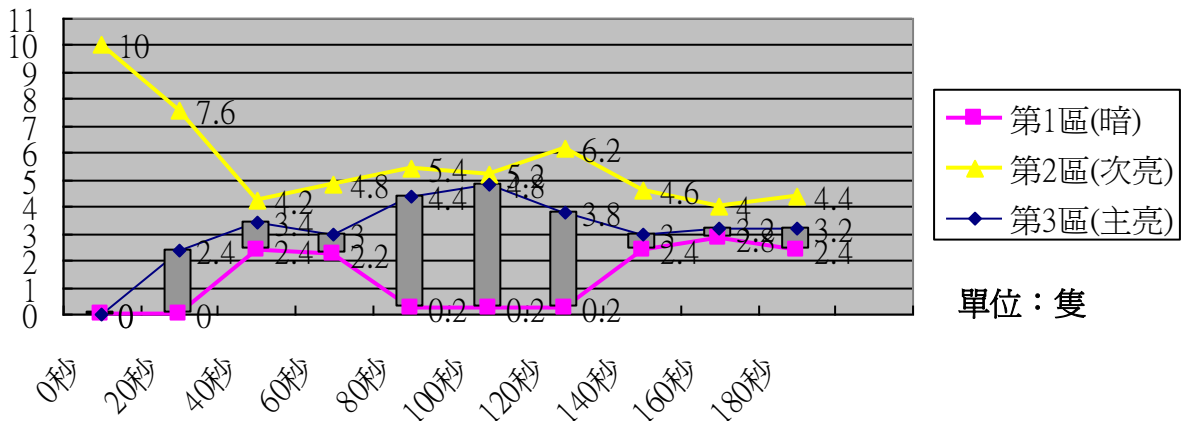
角度 秒數	八比一			四比一			三比一			二比一		
	照度(LUX)			照度(LUX)			照度(LUX)			照度(LUX)		
	29	65	70	44	65	72	56	65	71	63	65	70
20	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	5	4.6	0.4	3.6	5.8	0.6	0	7.6	2.4	0.2	9.6	0.2
40	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	6.2	3.8	0.4	4.6	4.8	0.6	2.4	4.2	3.4	0.6	9	0.4
60	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	5.8	4.2	0	3.4	6.2	0.4	2.2	4.8	3	1.4	7.8	0.8
80	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	7.2	2.8	0	3.4	4.4	2.2	0.2	5.4	4.4	2.2	6.8	1
100	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	8.8	1.2	0	4.6	3.4	2	0.2	5.2	4.8	1.8	6.6	1.6
120	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	10	0	0	7.8	1	1.2	0.2	6.2	3.8	1.6	6.2	2.2
140	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	10	0	0	8.6	0.6	0.8	2.4	4.6	3	2.2	5.6	2.2
160	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	9.8	0.2	0	8.6	1.4	0	2.8	4	3.2	1.8	6.2	2
180	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	9.6	0.4	0	6.8	3.2	0	2.4	4.4	3.2	1.8	5.8	2.4



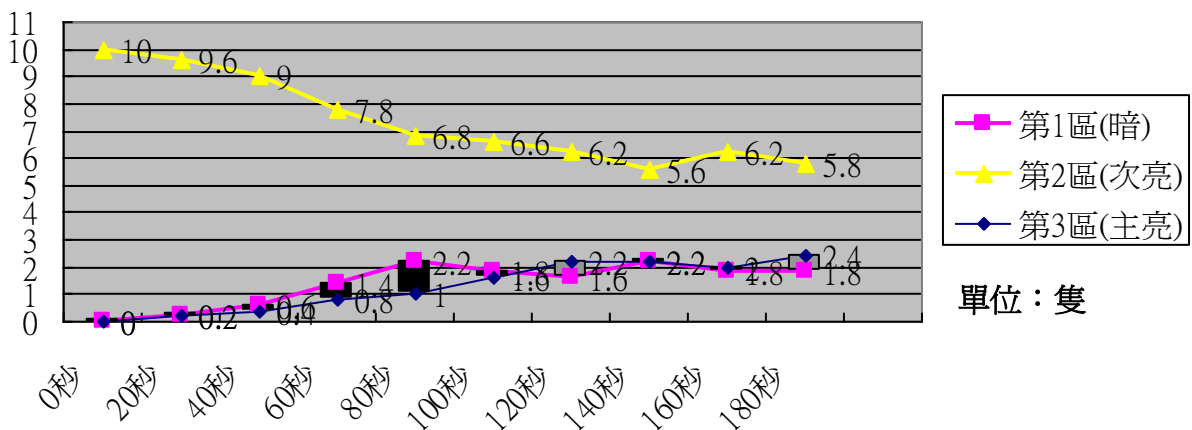
圖三：八比一單位時間不同區域數量變化



圖四：四比一單位時間不同區域數量變化



圖五：三比一單位時間不同區域數量變化



圖六：二比一單位時間不同區域數量變化

發現：1.在總位移量平均以及總平均速度中所測得的數據表示，隨著照度差異越小澳洲螯蝦總位移量、平均移動速度也逐漸減少，而且在三比一、二比一的照度差異下呈現穩定接近的狀態。

2.依據三個區域的數量變化資料，八比一、四比一的折線圖中第 1 區(暗)與第 3 區(主亮)有呈現折線交叉以及第 2 區(次亮)數量大幅下降的趨勢，表示照度差異對次亮區的澳洲螯蝦產生反應而有避光行爲；而三比一、二比一的折線圖中第 1 區(暗)與第 3 區(主亮)並沒有呈現折線交叉以及第 2 區(次亮)數量大幅下降的趨勢，顯然照度差異對次亮區的澳洲螯蝦沒有產生明顯的避光行爲。

推想：1.綜合上述的發現，我們認為澳洲螯蝦在雙邊光源照度差異為比例。

3:1(71Lux-56Lux=15Lux)的時候是螯蝦能夠辨別照度差異的極限。

2.由於雙邊光源照度差異的實驗中，澳洲螯蝦必須去辨別照度間的差異，而產生避光行爲，是屬於難度較高的情境，所以我們發現澳洲螯蝦在辨別照度差異的能力弱於單一光源所能感受照度的極限。

伍、討論：

一、我們剛開始在飼養澳洲螯蝦的時候，雖然有問過專家及老師，但實際上的過程卻是困難重重，不過卻也讓我們發現澳洲螯蝦的養殖技巧，剛開始，我們依循專家指示準備水桶以及曝曬過的自來水來養殖，由於澳洲螯蝦對溫度變化很敏感，所以，我們在水桶上方加蓋，儘量不照射到陽光，不過一週後仍然有一半螯蝦死亡，於是我們再電話詢問專家，是否有環境因素讓螯蝦死亡，專家說，螯蝦如果長期在不穩定的狀態，也容易造成情緒緊繃死亡，所以回想整個過程，是否是因為從我們購買澳洲螯蝦後，全部統一放入水桶中飼養太過密集，而且每次做實驗就移動螯蝦到水槽，造成長期在擾動的環境下，無法適應新環境而死亡，所以我們做了幾項的改變，第一、分散養殖，讓螯蝦的空間再大一點，並放入長 5cm 的 PU 塑膠管作為螯蝦躲藏的空間；第二、減少擾動，讓部分螯蝦養殖在實驗水槽中，做實驗時就不需要反覆撈蝦。在調整過後，澳洲螯蝦的存活率果然大幅提升呈現穩定的狀態。

- 二、在遮住澳洲螯蝦眼睛的實驗中，有幾項困難點，第一、螯蝦的頭部呈現尖形，並且有觸鬚…等，突起構造，第二、螯蝦前肢會擺動容易扔脫遮蔽物，第三、遮蔽物遮住螯蝦的眼睛後不能影響到足的行動，我們一開始嘗試用各式膠帶纏繞螯蝦眼睛，但由於泡水以及螯蝦自行掙脫，所以沒有成功，後來改用棉線反復纏繞並打結，結果螯蝦前肢仍然勾住棉線自行掙脫，於是，我們調整作法改用可以貼住頭型的物品-咀嚼後的口香糖，黏在澳洲螯蝦頭部，但發現改變後的螯蝦在行走上會呈現傾斜，所以我們仍然放棄；最後，我們改用另一種較輕的物質-鋁箔紙，撕一小塊貼住螯蝦的頭部，並用防水膠帶固定鋁箔紙與頭胸部，使其不會輕易掉落，由於鋁箔紙可塑形、輕量化、前肢勾不到…等優勢，所以我們決定使用鋁箔紙。
- 三、有幾次的實驗中，我們發現澳洲螯蝦測試的結果與之前的實驗數據有嚴重落差，經過師生討論後，我們一致認為是螯蝦對於光的試驗呈現疲倦的狀態，於是後來換了 10 隻，果然測得的實驗數據與之前符合。
- 四、爲了增加實驗的穩定性，第一、我們選用體型大小接近(5~6cm)爲測試的實驗用蝦，第二、由於螯蝦是屬於夜行性動物，活動力最好的時間是屬於傍晚與夜晚的交界，所以我們統一實驗時間都爲下午 5 點過後進行，第三、實驗前確認光照並無產生水溫變化才進行實驗，第四、實驗樣本儘量以水槽中澳洲螯蝦爲主，若出現生物疲倦的現象，則立即更換，以減少生物的干擾。

陸、結論：

- 一、根據研究二、實驗(一)的結果，我們遮蔽澳洲螯蝦的眼睛後，發現其避光行爲大幅度減弱，表示澳洲螯蝦的確是用眼睛來接受光源的刺激，而且避光行爲模式爲，**光源的刺激 → 澳洲螯蝦眼睛 → 避光行爲**
- 二、根據研究二、實驗(二)的結果，我們懷疑澳洲螯蝦會不會是習慣性移動的行爲，所以我們將光源調整到右邊進行測試，結果螯蝦果然往另一方向暗區聚集，顯然螯蝦的移動絕非是習慣性的往特定方向移動。
- 三、根據研究二、實驗(三)的結果，躲藏的角落數量並沒有影響澳洲螯蝦的避光行爲，反而光源才是決定的因素，而且我們還意外發現隨著角落數量變多，螯蝦會有分散躲藏角落的現象。

四、綜合研究三的實驗結果：

- (一)、不同顏色光源：紅光的刺激對澳洲螯蝦會有最大的避光行爲，其次是綠光以及藍光，而紅光的效果遠大於綠光、藍光。
- (二)、不同角度光源：我們發現當光源呈現九十度時，澳洲螯蝦的避光行爲影響最大、呈現水平時，影響最小，垂直(90度) $>$ 60度 $>$ 30度 $>$ 水平，所以推估螯蝦的感光細胞應該多聚集在眼球上方，依序往下遞減。
- (三)、不同照度光源：單邊光源遞減照度，測試澳洲螯蝦能夠感受到多弱的光源，結果，螯蝦出人意料之外，竟然能感受到光源的極限爲3Lux；雙邊光源照度差異，觀察澳洲螯蝦能夠辨別照度間的不同，進而選擇照度較低的地區，結果發現當描圖紙比例爲三比一，雙邊照度差異爲15Lux時，是澳洲螯蝦能夠分辨的極限。
- (四)、一般人對蝦子、螯蝦的認知是視力很不好等同於『瞎子』，可是我們卻發現它們竟然對光的敏銳度很高，也能夠辨認照度間的差異，選擇較暗的區域進行避光行爲。

五、建議未來研究方向：

- (一)、在養殖螯蝦的過程中，其實還有很多有趣的題目可以加深加廣的探討，例如：用什麼方法可以改變螯蝦的體色、螯蝦的攝食行爲是如何發生的、尾扇的彈跳行爲模式爲何…等。都是我們在養殖的過程中發現很多有趣的澳洲螯蝦行爲並且可以再進行的未來研究方向。

柒、參考資料：

一、中文部份

- (一)「水族小霸王-螯蝦」-第三十九屆國中生物科第三名
- (二)「黑殼蝦體色」-第四十七屆全國科展國小生物組
- (三) 國小自然課本五年級下學期第二單元 動物面面觀 康軒文教事業。
- (四) 國小數學課本六年級上學期第二單元 速度 康軒文教事業

二、網路資源

- (一) 海洋大學水產養殖學系<http://www.aqua.ntou.edu.tw/tw/index.asp>
- (二) 屏東科技大學水產養殖學系<http://agriculture1.npust.edu.tw/>

【評語】 080323

1. 設計各種實驗瞭解養殖澳洲螯蝦的避光行為，觀察記錄詳實，但圖表之呈現可以更精簡與系統化。
2. 雖然是研究養殖的澳洲螯蝦但對其在原生地之野外生態習性也應進行文獻探討，以利解釋研究結果。