

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

佳作

080308

蟹蟹光臨

～皺紋陸寄居蟹(*Coenobita rugosus*)探究

學校名稱：新北市鶯歌區鶯歌國民小學

作者： 小五 馮柏諺 小五 曾星瀚 小五 葉仲勛 小五 李兆哲 小五 莊芷茹	指導老師： 詹琇瑩
---	------------------

關鍵詞：陸寄居蟹、縮入殼中

蟹蟹光臨 ~ 皺紋陸寄居蟹(*Coenobita rugosus*)探究

摘要

皺紋陸寄居蟹不喜歡一直泡在水裡。能忍受待在海水的時間比待在淡水的時間長。換殼後新殼的殼口長/左螯寬的值介於 1.7-2.3，殼口寬/左螯寬的值介於 1.1-1.9，殼的容量/左螯寬的立方值介於 3.1-4.4。寄居蟹脫皮時偏好的砂礫顆粒大小為 2mm，躲入砂中的深度多為 2cm - 4cm，最深到 7cm。能以嗅覺覓食且喜歡味道較濃郁的食物。沒有趨光性，以綠色玻璃紙處理光線能避免對他們造成過度影響。寄居蟹緊抓海樹時力量很大，體重 10 克的寄居蟹能施力 450 克，推測是海樹能讓寄居蟹容易施力，可藉此逃避天敵的捕捉。警戒範圍約為 2 公尺。牠們的警覺性高，隨時會縮入殼中或有”定格不動”的行為，影響的程度由大到小為：震動、影子、光線、聲音、風。垂直震動的影響大於水平震動，對低頻聲音的反應較高頻明顯。

壹、研究動機

小時候飼養過寄居蟹，當時就對這樣的小動物很感興趣。有一天他跑出螺殼不願再住進自己的家，我覺得很緊張買了好幾個殼給他換，但這些殼似乎都不合他的意，最後寄居蟹不吃不喝三天後死了。四年級時學到水生家族，學到動物有不同的生活方式，習性也大不相同，所以我想對我的寵物-皺紋陸寄居蟹有更多了解，我們看了以往關於寄居蟹的科展報告，發現主要是針對換殼的研究，對於他們的行為較少探討。於是我和幾位家中也有養過寄居蟹的好友一起研究牠們，製作成報告參加今年的科展競賽。每隻寄居蟹都是珍貴的小生命，認識這樣可愛的小動物能讓我們知道如何保護寄居蟹，也希望能喚起大家對海洋環境保育的重視。

貳、研究目的：

一、認識皺紋陸寄居蟹的生活習性。

- (一)離開水的行為探究
- (二)爬行速度探究
- (三)食性與覓食方式探究
- (四)有無趨光性探究
- (五)選殼探究
- (六)脫皮時偏好的砂礫大小及深度

二、探究皺紋陸寄居蟹的警戒行為，進而知道如何保護他們。

- (一)力量有多大
- (二)警戒行為探究
- (三)警戒範圍有多遠

參、研究設備及器材：

游標卡尺	直尺	電子秤	水族箱	鑷子	碼表	玻璃紙
圖畫紙	培養皿	放大鏡	溫度計	海樹	珊瑚砂	彈珠
空螺殼	彈簧秤	棉線	手電筒	紙盒	塑膠方盆	彈簧
海水	海砂	海濱碎石	小石子	塑膠板	掃把	珊瑚礁

肆、研究方法與結果：

一、認識皺紋陸寄居蟹

(一) 利用肉眼與放大鏡觀察皺紋陸寄居蟹的外部型態構造。

(二) 透過資料的蒐集並研讀歷屆科展作品，初步瞭解皺紋陸寄居蟹在生物學上的分類、特徵、環境和習性。

1. 寄居蟹簡介

寄居蟹 (hermit crabs) 是一種節肢動物，屬於甲殼類的異尾類，常見的寄居蟹分為三大類：活額寄居蟹科、寄居蟹科和陸寄居蟹科。陸寄居蟹科的成體是生活在陸地上；而其他兩科都是生活在海中的。在海濱高潮線以上的砂礫地及樹叢間常可找到為數眾多的陸寄居蟹，牠的左螯巨大，遇危險或乾旱時可當作類似貝類的口蓋，有效的保護自己及防止水份的喪失。

2. 皺紋陸寄居蟹的分類地位

PHYLUM Arthropoda 節肢動物門
SUPERCLASS Crustacea 甲殼上綱
CLASS Malacostraca 軟甲綱
ORDER Decapoda 十足目
SUBORDER Pleocyemata 抱卵亞目
INFRAORDER Anomura 異尾下目
FAMILY Coenobitidae 陸寄居蟹科
GENUS Coenobita 陸寄居蟹屬

3. 寄居蟹為什麼需要殼

- (1) 避免受捕食者所捕食。
- (2) 寄居蟹腹部柔軟表面沒有甲殼覆蓋，有殼爬行時能保護腹部，使其腹部不被傷害。
- (3) 避免受溫度變化、缺水、鹽度變化的影響。
- (4) 保護雌性寄居蟹的卵團。

住在過小的殼會使寄居蟹的生長受到抑制；但是住在過重過大的殼所消耗的能量會較多，影響個體的發育、成長，也會比較不便於行動。而當牠身體狀況變化或環境改變時，原本居住的殼又變得不適合居住了，因此牠時時要為住處而奔波不已，這可由寄居蟹一見到貝殼或類似的物體就立刻向前去探究一番，可見牠對殼的需要。

4. 歷屆科展作品分析

(1) 寄居蟹-「殼」以，不「殼」以？--(民國 98 年第 49 屆全國科展)

在四種不同科別的貝殼中，寄居蟹選擇蜆螺的機率最大。自製人工殼研究寄居蟹選殼喜好，喜好程度：天然右旋殼 > 天然左旋殼 > 鐵絲殼 > 黏土殼 > 保麗龍殼 = 海綿殼。

(2) 沒殼怎麼辦？猶豫寄居蟹(Clibanarius Virescens)換殼策略之研究--(民國 96 年第 47 屆

全國科展) 體型 1.5 公分到 2 公分的猶豫寄居蟹換殼機率最高，大部分都在水深、明亮、空殼數多的條件下換殼，且會選擇比自己體長大 1.86 倍的螺旋狀物體居住，稜結螺是牠們的最愛。寄居蟹會選內部螺旋狀或內部較深的貝殼物品，如稜結螺、牙膏蓋、筆蓋、螺帽等。

5. 皺紋陸寄居蟹辨認與測量

(1) 體型主要是測量左大螯寬 (如圖 1 黃色線段處)

(2) 皺紋陸寄居蟹的辨認特徵：

1. 眼柄是側扁形的 (如圖 2 黃色箭頭處)
2. 兩螯上方有一束剛毛 (如圖 3 黃色箭頭處)
3. 左螯外表面上方有一排斜向顆粒 (如圖 2 黃色圓圈處)

(3) 皺紋陸寄居蟹雌、雄的辨認特徵：

1. 雄寄居蟹第五對胸足末端有交尾器 (如圖 4 黃色圓圈處)。
2. 雌寄居蟹第三對胸足末端有生殖孔 (如圖 5 黃色圓圈處)。



(三) 設計實驗，規劃實驗流程如下：

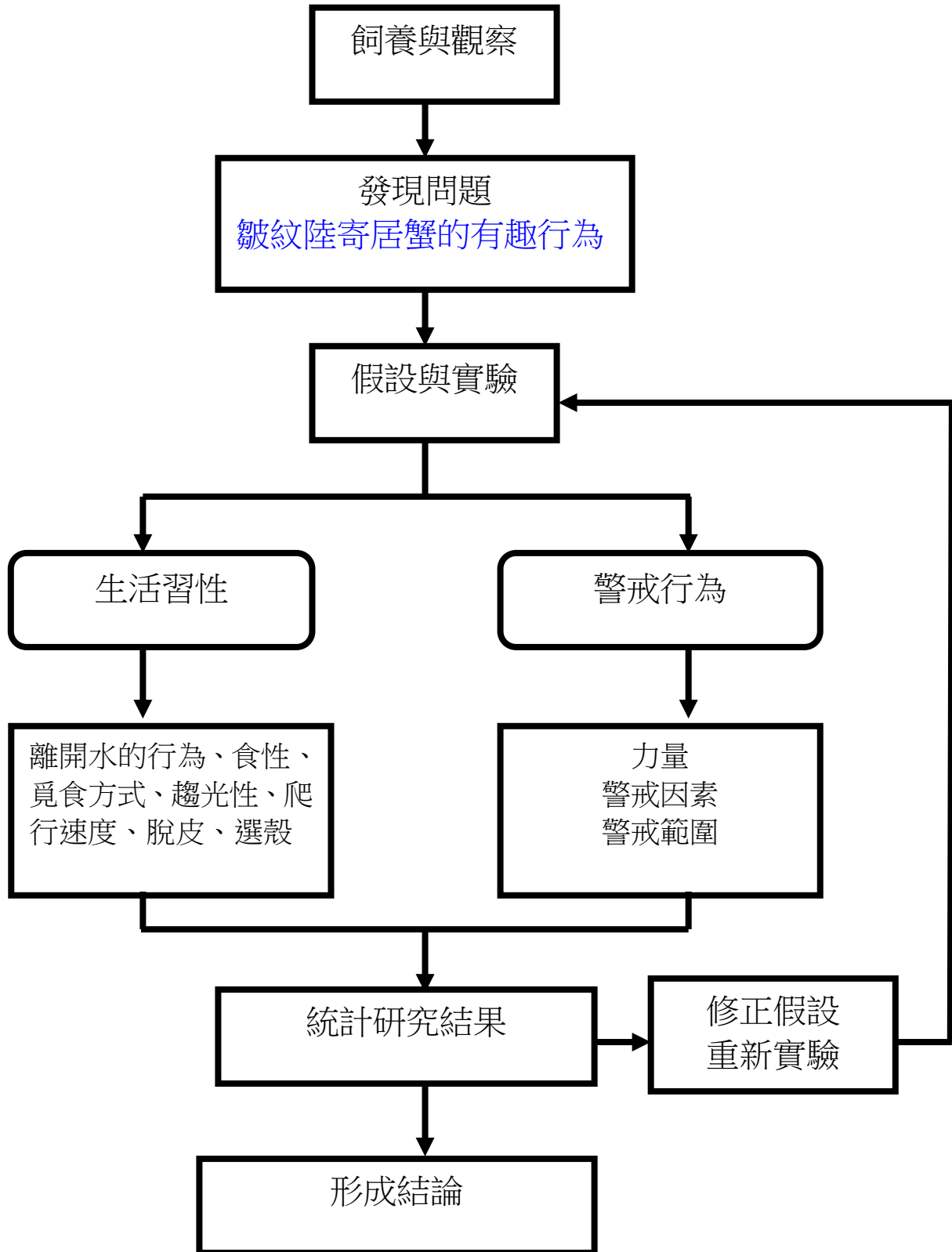


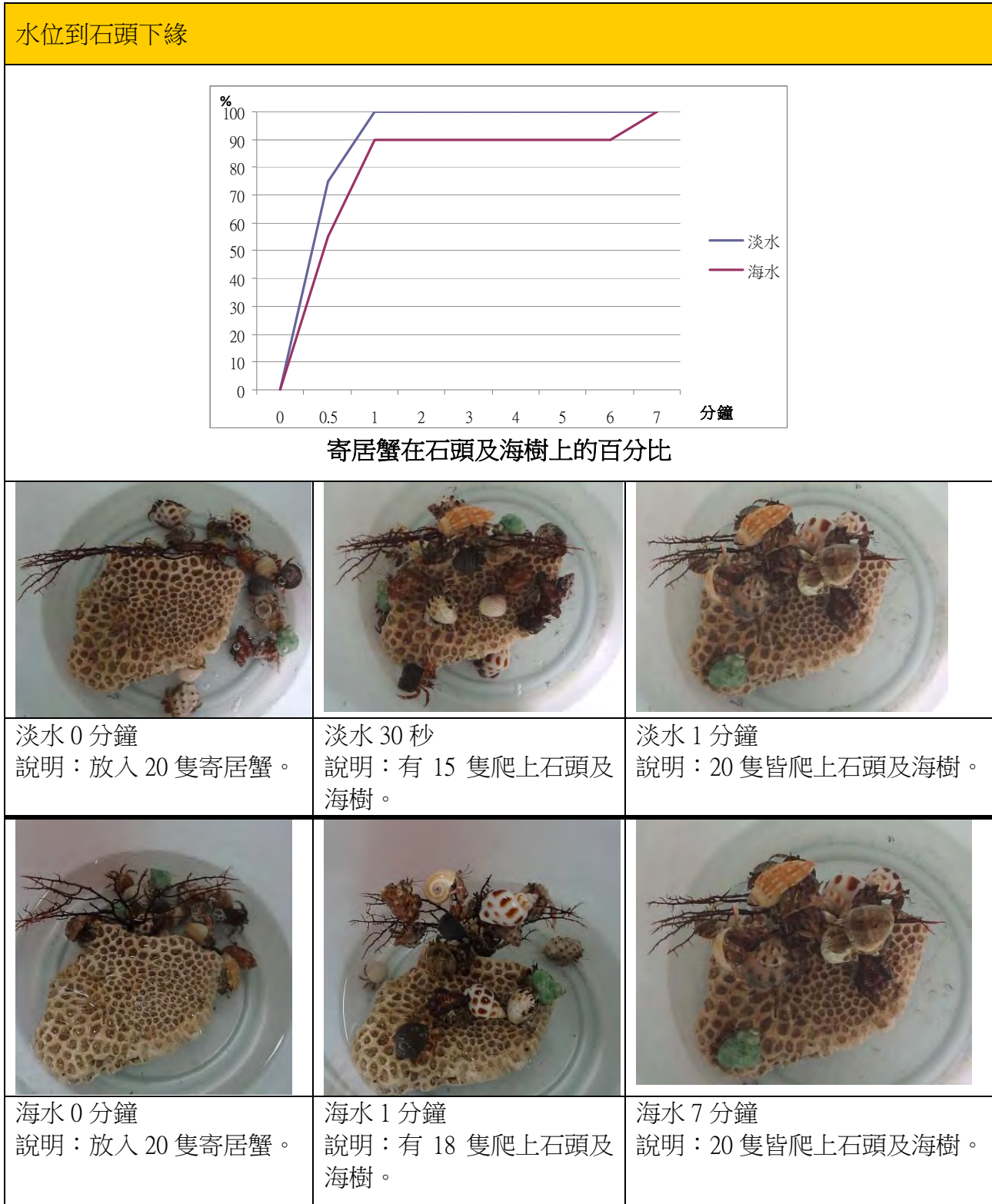
圖 6. 研究規劃與流程圖

研究問題一、寄居蟹離開水的行為探究

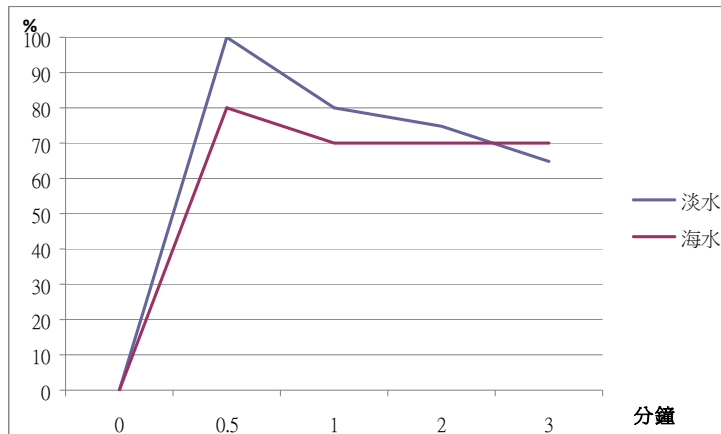
實驗 1-1：寄居蟹是否喜歡泡在水裡

(一)方法：將海樹固定在珊瑚礁上，放入水桶中。控制水量分別為水位到石頭下緣及水位高於海樹，並分別注入淡水及海水，觀察寄居蟹的行為。

(二)結果：



水淹沒海樹



寄居蟹在石頭及海樹上的百分比



淡水 0 分鐘
說明：放入 20 隻寄居蟹。



淡水 30 秒
說明：有 20 隻爬上石頭及海樹。



淡水 1 分鐘
說明：有 4 隻離開石頭。



淡水 2 分鐘
說明：有 5 隻離開石頭。



淡水 3 分鐘
說明：有 7 隻離開石頭。



海水 0 分鐘
說明：放入 20 隻寄居蟹。



海水 30 秒
說明：有 16 隻爬上石頭及海樹；4 隻待在水底。



海水 1 分鐘
說明：有 14 隻待在石頭及海樹上；有 6 隻待在水底。

		
海水 2 分鐘 說明：有 14 隻待在石頭及海樹上；有 6 隻待在水底。	海水 3 分鐘 說明：有 14 隻待在石頭及海樹上；有 6 隻待在水底。	

1. 水位在石頭下緣時，淡水中的寄居蟹1分鐘內全部爬上石頭及海樹，海水中的寄居蟹1分鐘時還有10%在水中，7分鐘才全部爬上海樹。
2. 水位高於海樹時，淡水中的寄居蟹一開始全部爬到石頭及海樹上，1分鐘後有20%離開石頭沿著桶子底部行走，3分鐘後沿著桶子底部行走的有35%。海水中的寄居蟹一開始爬到石頭及海樹上的有80%，1分鐘後待在石頭及海樹上的有70%，沿著桶子底部行走的有30%。3分鐘後依然維持這個比例。
3. 綜合以上結果，寄居蟹不喜歡待在水中，但待在海水中的時間能比在淡水中久。當水位高於海樹時，寄居蟹爬高仍無法離開水中，約有30%的寄居蟹會離開高處沿著桶子底部周圍行走，我們觀察後推測是在找尋離開水中的路徑。

實驗1-2：寄居蟹能否以視力判斷陸地的方向

(一) 方法：在實驗箱中分別灌入約5公分深的淡水及海水，用小石頭在實驗箱一側布置成高於水面的環境作為陸地，取20隻寄居蟹先後放入水中，觀察並記錄牠們是否上岸。



圖 7

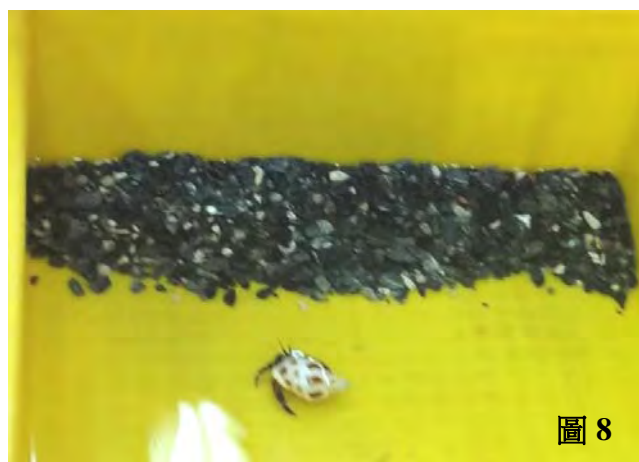


圖 8

(二) 結果：

行為描述		海水	淡水
朝陸地走	1. 直接上岸	12 (60%)	15 (75%)
	2. 先往旁邊走，沿著箱子邊緣朝陸地方向上岸	5 (25%)	2 (10%)
	3. 原地轉一圈半後，朝陸地方向上岸	0	1 (5%)
曾往非陸地走	4. 先往水深走，之後轉身朝陸地方向上岸	3 (15%)	1 (5%)
	5. 在中間來回行走後，朝陸地方向上岸	0	1 (5%)
小計		20隻	20隻

1. 無論在海水或在淡水中，寄居蟹放入水中後會自行離水上岸，
2. 海水中有 85%，淡水中有 90%的寄居蟹會朝陸地走，推測寄居蟹能以視力判斷陸地方向然後上岸。

實驗 1-3：求證寄居蟹能否以坡度判斷陸地位置，然後上岸。

- (一) 方法：在實驗箱中分別裝入海水及淡水，將實驗箱傾斜20度，使兩側箱底水深不同，一側為3公分，另一側為10公分。將20隻寄居蟹分別放入水盆中間，觀察牠們上岸的行為。

行為描述		海水	淡水
朝淺水走	1. 直接往淺水走，並到達箱邊	14 (70%)	14 (70%)
	2. 先往旁邊走，沿著箱子邊緣朝陸地方向上岸	2 (10%)	2 (10%)
曾往水深走	3. 先往水深走三步，再往淺水走到箱邊	0	2 (10%)
	4. 先往水深走到底再轉身往淺水走到箱邊	2 (10%)	1 (5%)
	5. 在箱子中打轉後往水淺處走	2 (10%)	1 (5%)
小計		20	20



圖 9



圖 10

(二) 結果：

海水及淡水中皆有 80%的寄居蟹會朝水淺走，推測寄居蟹能以坡度判斷陸地位置，在沒有岸邊的情況下會往水淺的方向移動。

研究問題二、寄居蟹爬行速度探究

實驗 2-1：不同材質的地面是否會影響寄居蟹的爬行速度？

方法：用圓規及圖畫紙製作一個半徑 10 公分的圓框，如圖 11-14，將圓框放在不同材質的平面上，寄居蟹放在圓心，以碼表測量寄居蟹爬行到圓框的時間，爬行過程中若非直線前進或有停頓，則停止計時重新測量。實驗使用 20 隻寄居蟹，每隻實驗 3 次，取最短的時間記錄。



圖11. 海灘沙 (1 mm)



圖12. 小石子 (8 mm)



圖13. 海濱碎石 (0.5- 2cm)



圖14. 珊瑚砂 (6 mm)



圖15. 摩擦力實驗裝置

說明：將彈珠從固定斜面的固定高度滾下，記錄彈珠在各材質平面上可以滾多遠，滾得越遠摩擦力越小，實做三次取平均數。

(二) 結果：

材質	海灘砂	珊瑚砂	小石子	海邊碎石
爬行10公分所需時間 (秒)	3.67	3.55	3.40	4.04
秒速 (公分/秒)	2.72	2.82	2.94	2.48
時速 (公尺/小時)	97.9	101.5	105.8	89.3

材質	海灘砂	珊瑚砂	小石子	海邊碎石
彈珠滾動距離(公分)	13.3	12.7	11.7	9.7

1. 不同材質的地面爬行速度由快到慢依序為：小石子>珊瑚砂>海灘砂>海濱碎石。
2. 不同材質的地面摩擦力由大到小為：海濱碎石>小石子>珊瑚砂>海灘砂。
3. 測量 20 隻寄居蟹平均爬行 1 步的距離為 1.3 公分，海濱碎石有些顆粒大於牠一步的距離，造成牠爬行不順，所以在海濱碎石上速度最慢。整體而言，地面能提供的摩擦力愈大，

爬行速度愈快。

研究問題三、寄居蟹覓食方式與食性探究

實驗 3-1：寄居蟹的食性探究

(一)方法：寄居蟹飢餓48小時後，準備 20 種不同的食物，分為蛋白質、肉類、澱粉、水果、零食，觀察寄居蟹最先取食的是什麼食物，製作成下列統計表。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	小魚乾	小蝦米	草莓	芭樂	蓮霧	加州梅	酸梅	肉鬆	香腸	生肉	洋芋片	孔雀餅乾	旺旺	海苔	乖乖	蝦味先	白吐司	水煮蛋	起司	海鹽
小計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	6	2	2	0	0	4

(二)結果：

皺紋陸寄居蟹 20 種食物都會吃，但以人工食物為優先選擇，乖乖為首選，孔雀餅乾及海鹽是第二名，推測可能是乖乖及孔雀餅乾味道較濃的關係。顆粒狀的海鹽寄居蟹不吃，但潮濕的海鹽牠們很喜歡吃，會一直用螯沾鹽水來喝。

實驗 3-2：求證寄居蟹能否以嗅覺覓食

(一)方法：寄居蟹飢餓48小時後，準備6個黑色絲襪套放在實驗箱中，在5個黑色絲襪中分別放入1公克的乖乖、牡蠣、臭牡蠣、海藻、魚肉，將絲襪包住使食物不外露，1個絲襪中不裝東西，作為對照組，放入20隻寄居蟹，觀察寄居蟹取食情形。寄居蟹取食時會以大小螯夾食物送入口中，因此以觀察到這個現象代表寄居蟹取食該種食物。



圖16. 裝有五種食物的培養皿



圖17. 食物包上黑色絲襪



圖18. 寄居蟹夾食臭牡蠣



圖19. 寄居蟹在夾裝有乖乖的絲襪

(二)結果：

食物種類	乖乖	魚肉	牡蠣	臭牡蠣	海藻	對照組
取食隻數	7	1	4	8	0	0

喜好程度由大到小為：臭牡蠣、乖乖、牡蠣、魚肉、海藻。

實驗 3-3：拿走乖乖，比較天然食物包在絲襪中的喜好：牡蠣、臭牡蠣、海藻、魚肉。

結果：

食物種類	臭牡蠣	牡蠣	魚肉	海藻	對照組
取食隻數	10	8	2	0	0

喜好程度由大到小為：臭牡蠣、牡蠣、魚肉、海藻。

實驗 3-4：拿走乖乖及臭牡蠣，比較牡蠣、海藻、魚肉包在絲襪中的喜好。

結果：

食物種類	牡蠣	魚肉	海藻	對照組
取食隻數	15	5	0	0

喜好程度由大到小為：牡蠣、魚肉、海藻。

研究問題四、寄居蟹有無趨光性

實驗 4-1：求證寄居蟹是否有趨光行為

(一) 方法：準備一個 26 cm × 11 cm 的長方形紙盒，在盒蓋左邊剪一個 9 cm × 4 cm 的洞，將寄居蟹放入紙盒中間後蓋上盒蓋，放在明亮的教室桌上，靜置 5 分鐘後打開盒蓋，觀察並記錄寄居蟹停留在亮區或暗區。



圖 20. 打開盒子後待在暗區的寄居蟹



圖 21. 企圖從亮區逃跑的寄居蟹

(二) 結果：

行為	待在亮區	待在暗區	
結果	5 隻 (17%)	在計時中未曾到亮區	在計時中曾到過亮區
		11 隻 (37%)	14 隻 (46%)

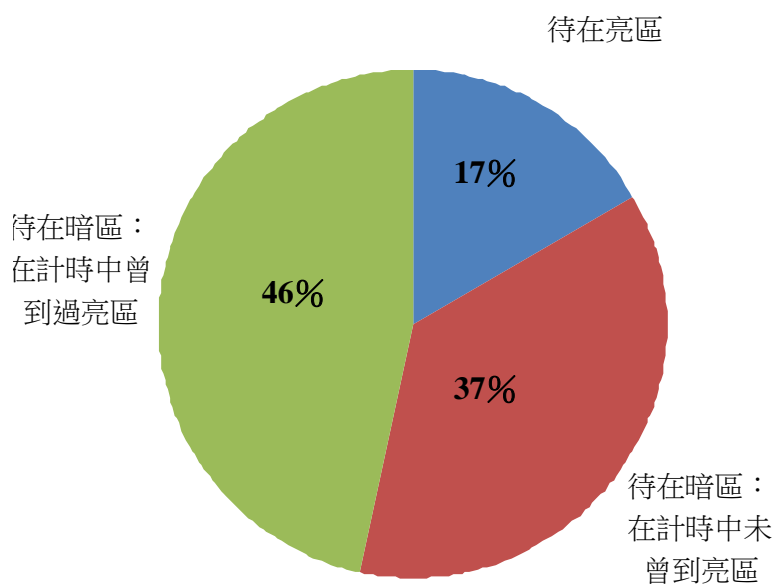


圖 22. 皺紋陸寄居蟹有無趨光性之比例圖

1. 17%的寄居蟹在計時結束時待在亮區，83%在計時結束時待在暗區，實驗結果跟一般認為的寄居蟹喜歡躲在陰暗角落的現象符合。

2. 46%的寄居蟹在開始時有趨光的行為，但計時結束後是停留在暗區的。實驗時觀察到牠們有企圖爬出盒子的行為，所以推測寄居蟹是為了逃走所以往亮處找出路。

實驗4-2：寄居蟹對陽光的趨避行為探究

(一) 方法：準備一個大型實驗盒放在曬得到陽光的地方，在實驗盒上方一半的位置用紙板遮住陽光，將寄居蟹放入盒中，靜置 30 分鐘，每 10 分鐘觀察一次，紀錄寄居蟹會移動到陽光下還是陰影下。



圖 23



圖 24

(二) 結果：

環境溫度	陽光下(30°C)，陰影下(23°C)	陽光下(20°C)，陰影下(15°C)
陽光下	0 隻	1 隻
陰影下	30 隻	29 隻

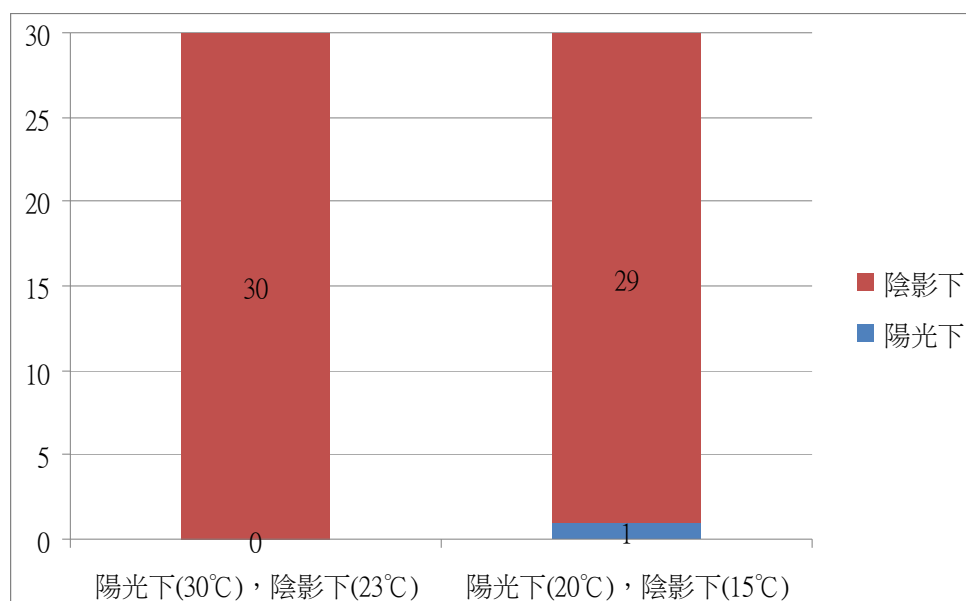


圖 25. 皺紋陸寄居蟹對陽光的趨避行為

研究問題五、寄居蟹選殼行為探究

(一) 方法

將不同大小及不同品種的空螺殼放入缸中，讓寄居蟹自由選殼，觀察寄居蟹選殼的狀況並記錄。A 代表換殼前的寄居蟹，B 代表換殼後的寄居蟹。在我們實驗的期間，共記錄到 9 隻換殼，以 A1 至 A9 表示，牠們換的殼則以 B1 至 B9 表示。

殼容量的測量法：將空殼洗淨自然乾燥，填滿細砂的殼重－空殼重＝砂的重量。

砂的重量÷砂的密度＝砂的體積＝殼的容量

砂的密度推算: 100 立方公分的砂重 170 克，

砂的密度: $170 \div 100 = 1.7 \text{ g/cm}^3$

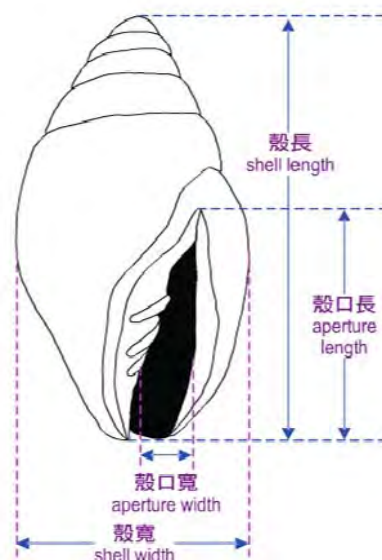


圖 26. 螺殼測量

圖片來源：鐵甲武士-東沙島海濱蟹類

	殼				寄居蟹		換殼後的殼口與左螯寬的比值			
	重量 (g)	殼口長×寬 (cm)	容量 (ml)	品種	左螯寬 (cm)	性別	殼口長/左螯寬	殼口寬/左螯寬	殼容量/左螯寬的立方	殼重量/左螯寬的立方
A1	4.9	1.8×0.9	4.2	蛙螺	0.9	female				
B1	6.9	2.0×1.0	2.8	香螺			2.2	1.1	3.8	9.5
A2	3.5	1.1×0.9	1.0	珠螺	0.7	male				
B2	2.9	1.2×1.3	1.1	蝾螺			1.7	1.9	3.2	8.5
A3	3.8	2.4×1.0	4.8	條紋鬘螺	0.9	male				
B3	8.5	1.5×1.7	2.9	蝾螺			1.7	1.9	4.0	11.7
A4	3.3	1.8×0.9	1.6	鳳螺	0.7	male				
B4	3.2	1.3×1	1.5	千手螺			1.9	1.4	4.4	9.3
A5	3.5	1.9×1.4	1.9	鐘螺	0.8	male				
B5	2.4	1.7×1	2.1	鳳螺			2.1	1.3	4.1	4.7
A6	2.4	1.7×1	2.1	鳳螺	1	female				
B6	3.1	2.2×1.2	3.1	鳳螺			2.2	1.2	3.1	3.1
A7	2.6	1.6×0.7	3.1	肺螺	0.8	male				
B7	3.5	1.9×1.4	1.9	鐘螺			2.3	1.8	3.7	6.8
A8	6.9	2.0×1.0	2.8	香螺	0.9	female	1.7	1.3	3.6	5.6

B8	4.1	1.5×1.2	2.6	蝾螺						
A9	3.5	1.9×1.4	1.9	鐘螺	0.7	male				
B9	3.2	1.3×1	1.5	千手螺			1.9	1.4	4.4	9.3



圖 27. 寄居蟹(A2)挑選螺殼，將頭伸進去看空殼內部

圖 28. 寄居蟹換到新殼上了!

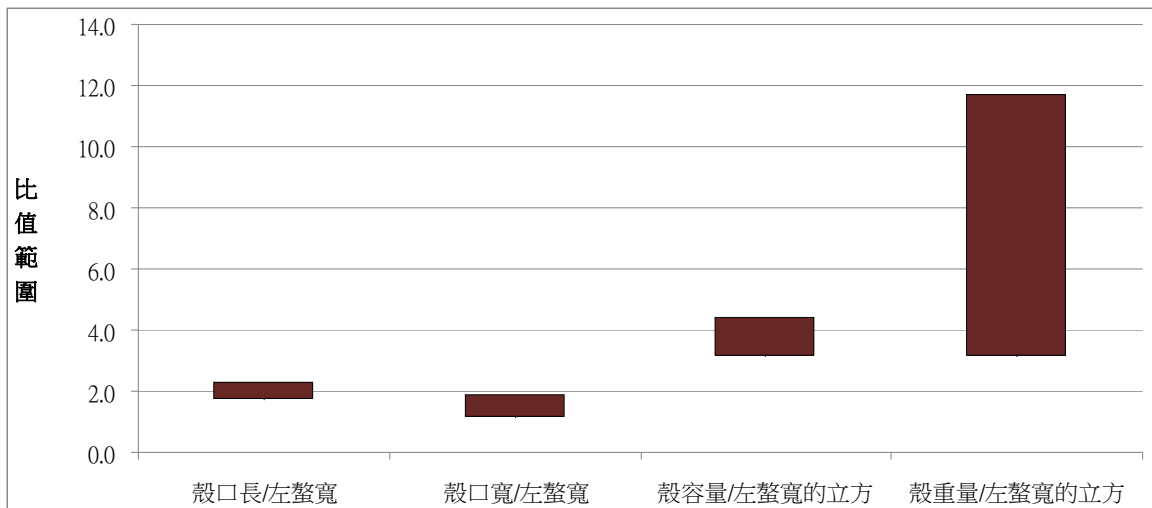


圖 29. 殼的大小及重量與左螯寬的比值範圍

(二) 結果

1. 重量上，寄居蟹換的殼不一定會比原本的殼輕，有 4 隻換了比原本更重的殼，其餘 5 隻換了比原本輕的殼。
2. 新殼與舊殼的殼口長及寬比較後發現，有 2 隻換的殼口寬小於原殼，有 5 隻換的殼口長小於原殼。
3. 殼的品種選擇上，有 3 隻選了蝾螺的殼，2 隻選鳳螺殼，1 隻選香螺，2 隻選千手螺，1 隻選鐘螺。我們觀察到：蝾螺的殼口較接近圓形，鳳螺、香螺、千手螺、鐘螺的殼口是長形的。
4. 殼的容量比較，寄居蟹換的殼不一定會比原本的殼容量大，我們的結果顯示 9 隻中有 5 隻換了比原本容量更小的殼，有可能是原本揀的殼容量過大，所以在換殼時就選了更適合自己的螺殼。
5. 新殼的殼口長/左螯寬的值介於 **1.7-2.3**，殼口寬/左螯寬的值介於 **1.1-1.9**，殼的容量/左螯寬

的立方的值介於 3.1-4.4，殼的重量/左螯寬的立方的值介於 3.1-11.7。我們記錄的 9 隻寄居蟹換殼後，殼口長、殼口寬、殼的容量與左螯寬的比例都在接近的範圍，只有重量與左螯寬的比例差異很大（如圖 29），因此我們推測殼的重量應該不是選殼的優先條件。

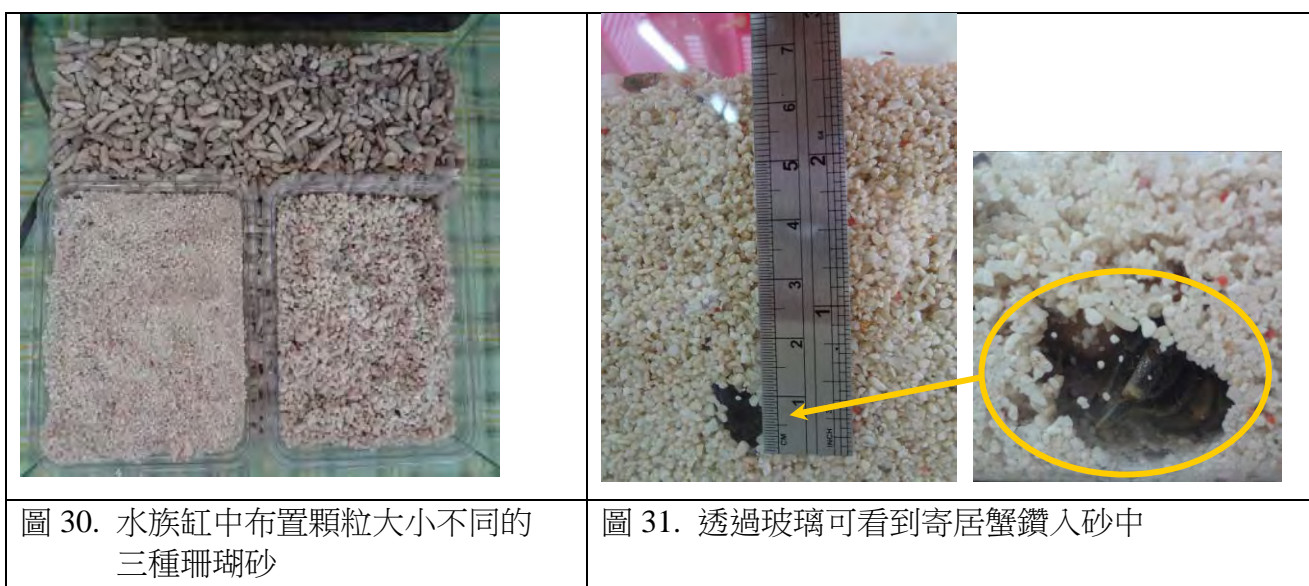
6. 本次實驗寄居蟹並未有明顯的螺殼品種選擇。根據文獻，寄居蟹揀的螺殼品種與棲息地有關，通常以易取得的螺殼為主。所以不同棲地的皺紋陸寄居蟹揀的螺殼有可能會不同。

7. 102年5月兩次實地調查棲地，當時共找到10隻野外皺紋陸寄居蟹，實地測量牠們揀的螺殼，有8隻符合我們報告中殼口長/左螯寬的比例，有9隻符合殼口寬/左螯寬的比例。而殼容量及殼重量因為寄居蟹未出螺殼所以無法比較。

研究問題六、寄居蟹脫殼時是否有偏好的砂礫大小及深度

（一）方法

準備顆粒粗細不同的珊瑚砂(1 號、2 號、3 號)放在水族缸中，深度 9 cm，一星期後小心取出砂礫，記錄後將寄居蟹放回砂中的位置，持續觀察到鑽出砂的表面為止。



(二) 結果

砂的種類 砂的深度(cm) \ 寄居蟹 隻數	1 號珊瑚砂 (2mm)	2 號珊瑚砂 (6mm)	3 號珊瑚砂 (10mm)	未躲入 砂中
1cm	1 (未脫皮)			
2cm	1 (脫皮完成, 費時 7 天)	1 (脫皮完成, 費時 17 天)	1(未脫皮)	
3cm	2 (未脫皮)	1 (脫皮完成, 費時 60 天)		
4cm	1 (未脫皮)	1 (未脫皮)		
5cm				
6cm				
7cm	3 (2 隻未脫皮, 1 隻脫皮 完成, 費時 17 天)			
小計	8 隻	3 隻	1 隻	

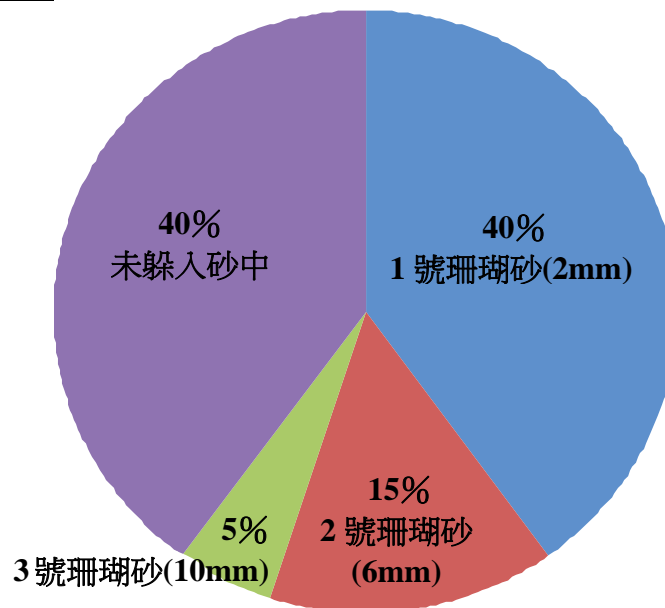


圖 34. 寄居蟹脫皮時對砂礫的選擇分布圖

1. 皺紋陸寄居蟹偏好的砂礫為 1 號珊瑚砂，顆粒大小為 2 mm。
2. 皺紋陸寄居蟹躲入砂中的深度多為 2 cm – 4 cm，最多到 7 cm。
3. 根據文獻，寄居蟹想要脫皮前會有頻頻鑽入砂中的行為，但不一定會立刻脫皮，脫皮後會吃掉自己的舊皮補充養分。小型的寄居蟹脫皮次數會比大型的頻繁。我們這次實驗時觀察到脫皮的四隻都是小型的個體(左螯寬 0.7cm)，我們還在砂中撿到牠們未吃完的舊皮。
4. 測量 4 隻脫皮後的寄居蟹的左螯寬度，發現與未脫皮前幾乎一樣大，與蝴蝶幼蟲每蛻一次皮體型大幅變大的狀況不一樣，可見得寄居蟹體型的成長速度並不快。

二、探究寄居蟹的警戒行為，進而知道如何保護他們。

研究問題七、皺紋陸寄居蟹的力量有多大

(一) 方法：剛開始飼養皺紋陸寄居蟹時，常被寄居蟹的大螯夾住而疼得哇哇叫，所以我們想知道寄居蟹可以有多大的力量。我們想到的方法是將棉線一端打一個結套在寄居蟹的殼上，另一端綁在彈簧秤上，當寄居蟹抓住海樹時，我們用手拉彈簧秤跟寄居蟹拔河，記錄寄居蟹未鬆開腳時彈簧秤上的刻度。

編號	左螯寬(公分)	力量(克重)	含殼體重(克)
1	1.2	450	9.5
2	1	450	10.4
3	1	300	7.9
4	1.0	350	5.7
5	1.0	450	8.6
6	0.9	450	5.5
7	0.9	200	5.6
8	0.9	150	6.4
9	0.9	200	9.8
10	0.9	100	9.8
11	0.8	350	6.8
12	0.8	300	5.7
13	0.8	250	4.4
14	0.8	350	6.0
15	0.8	180	5.1
16	0.8	200	7.2
17	0.7	100	5.0
18	0.7	100	6.6
19	0.7	250	3.9

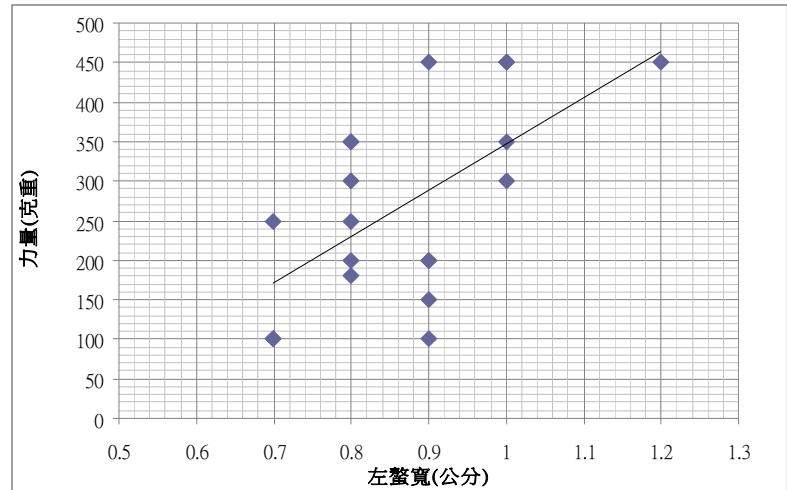


圖 35.寄居蟹左螯寬與力量的關係圖



圖 36



圖 37

(二) 結果：

1. 寄居蟹左螯寬度與全身力量成正比，而左螯愈寬表示體型愈大，所以體型與力量成正比。
2. 體重 10 公克左右的寄居蟹能發揮 450 克重的力，真讓我們大吃一驚。我們在飼養時發現，飼養缸未提供石頭及珊瑚砂讓寄居蟹躲藏時，寄居蟹特別會爬到海樹上緊抓海樹，因此我們推測海樹能讓寄居蟹容易施力，可藉此逃避天敵的捕捉。

研究問題八、寄居蟹的警戒範圍有多遠

(一) 方法：使用白色塑膠板及掃把棍製作成揮動器，當寄居蟹開始行走時，在距離寄居蟹 1 公尺~ 9 公尺處左右擺動揮動器，觀察寄居蟹的反應，記錄成下列表格。

距離 (公尺)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
行為(隻)									
縮入殼中	6	0	0	0	0	0	0	0	0
停住或 改變路線	14	20	17	15	12	6	2	1	0
沒有反應	0	0	3	5	8	14	18	19	20

(二) 結果：

1. 寄居蟹最遠可對 8公尺的移動物有反應，距離 2公尺以內時 100%有反應，距離 3公尺時 85%有反應，距離 5公尺時仍有 60%的寄居蟹有反應。

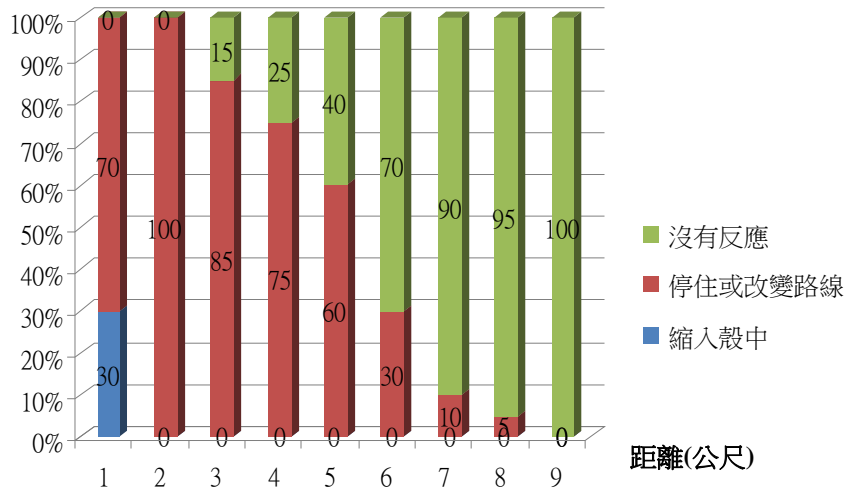


圖 39. 皺紋陸寄居蟹警戒範圍與距離的關係圖

研究問題九、寄居蟹警戒行為探究

我們想知道寄居蟹縮入殼中的行為主要是受到外界什麼刺激影響，所以將寄居蟹分別以聲音、震動、風、影子、光線處理，觀察並記錄寄居蟹的反應。實驗使用 20 隻寄居蟹，每隻實驗 3 次，共 60 隻次。

一、聲音處理：

(一) 方法：在寄居蟹飼養缸上方使用喇叭播放相同音量，不同頻率的聲音，測試頻率為 80、100、500、1000、5000、10000、15000Hz 的固定頻率，觀察寄居蟹的反應。

(二) 結果：

皺紋陸寄居蟹對低頻稍有反應，但反應不大。

聲音 (Hz)	80	100	500	1000	5000	10000	15000
縮入殼中	2	0	0	0	0	1	0
停住或改變方向	9	3	2	0	0	0	0
沒反應	49	57	58	60	60	59	0

二、光線處理：

(一) 方法：準備相同的手電筒四支，以及紅、黃、綠、藍四色的玻璃紙。實驗時將四支手電筒都包上相同顏色的玻璃紙，放在圖畫紙四周，將寄居蟹放在圖畫紙中間，當寄居蟹開始行走後，在黑暗中打開寄居蟹走向的手電筒，觀察並記錄寄居蟹對色光的反應。



圖 40. 色光實驗的設備

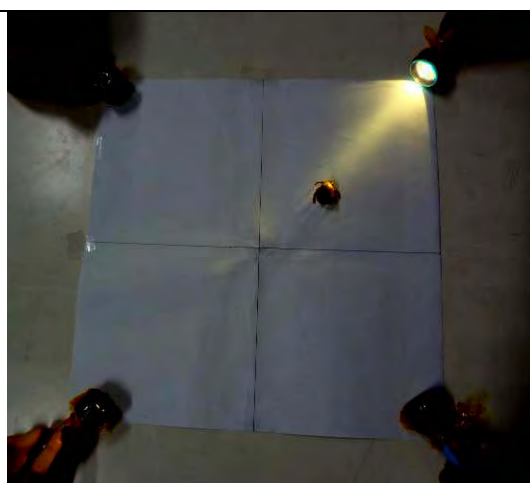


圖 41. 打開手電筒照寄居蟹

(二) 結果：

顏色	白光	紅光	藍光	黃光	綠光
縮入殼中	5 (8%)	0	0	0	0
停住或改變方向	37 (62%)	33 (55%)	32 (53%)	27 (45%)	23 (38%)
沒反應	18 (30%)	27 (45%)	28 (47%)	33 (55%)	37 (62%)

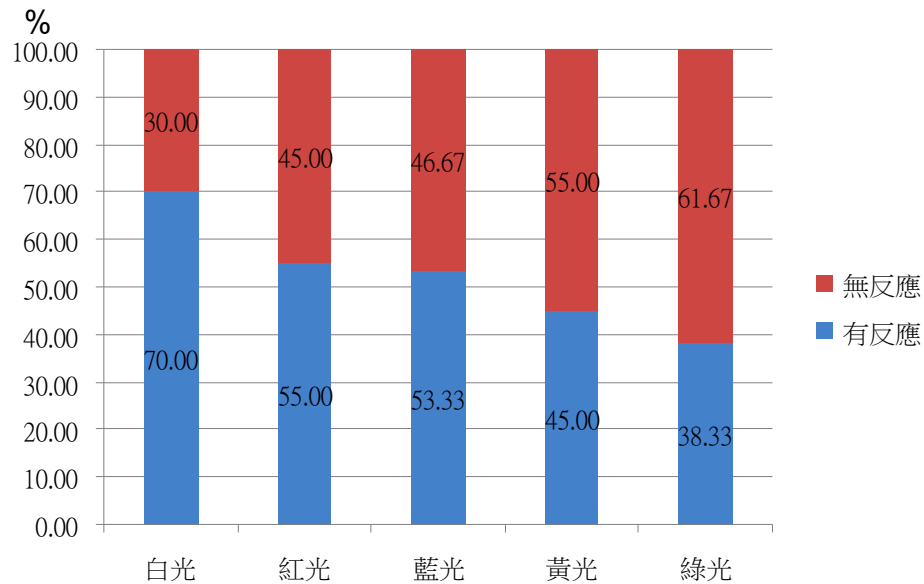


圖 42. 寄居蟹對不同色光反應的關係圖

影響皺紋陸寄居蟹的色光由大到小為：白光>紅光>藍光>黃光>綠光。相較於其他色光，綠光對寄居蟹的影響較小，因此建議觀察寄居蟹時使用綠色玻璃紙包手電筒，這與觀察螢火蟲時手電筒要包紅色玻璃紙的觀念不一樣。

三、風的處理：

(一) 方法

寄居蟹行進至距離電風扇 50 公分處，打開電風扇(強風)，觀察牠們的反應。

(二) 結果：寄居蟹全部沒有反應。

外界刺激	風
小計(隻)	
縮入殼中	0 (0%)
停住或改變方向	0 (0%)
沒反應	60 (100%)

四、影子處理：

(一) 方法

用厚紙板及手電筒製造影子，在寄居蟹行進時使影子蓋住寄居蟹，觀察牠們的反應。

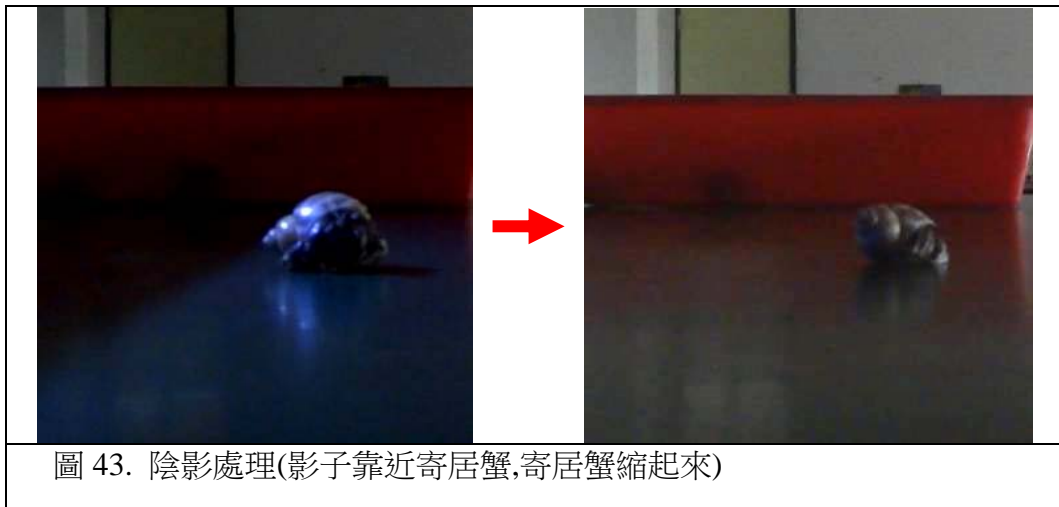


圖 43. 陰影處理(影子靠近寄居蟹,寄居蟹縮起來)

(二) 結果

外界刺激	影子實驗
小計(隻)	
縮入殼中	26 (44%)
停住或改變方向	20 (33%)
沒反應	14 (23%)

五、震動處理：

(一) 方法

自製兩種震動實驗裝置，分別為水平震動及垂直震動裝置，如圖 44-46。用彈簧秤控制拉力產生震動，觀察寄居蟹的反應。

<p>圖 44. 水平震動裝置 1 說明：桌面放彈珠使紙盒與桌面減少摩擦力。</p>	<p>圖 45. 水平震動裝置 2 說明：在彈珠上放紙盒，右邊連接彈簧秤，左邊連接一般彈簧，在左側一手施力拉紙盒，另一手抓住彈簧，當施力的手放開時，即可產生震動。</p>	<p>圖 46. 垂直震動裝置 說明：將桶子掛在彈簧秤下，雙手扶桶子周圍向下拉，鬆手後即可產生垂直震動。</p>

(二) 結果

外界刺激 小計(隻)	震動					
	水平拉力(g)			垂直拉力(g)		
	200	300	400	100	200	300
縮入殼中	3 (5%)	30 (50%)	40 (67%)	3 (5%)	29 (48%)	52 (87%)
停住或改變方向	6 (10%)	3 (5%)	2 (3%)	0 (0%)	16 (27%)	5 (8%)
沒反應	51 (85%)	27 (45%)	18 (30%)	57 (95%)	15 (25%)	3 (5%)

1. 同樣力量下，垂直震動影響大於水平震動。同樣是 300 克拉力，垂直震動下出現反應的有 95%，水平震動下出現反應的只有 55%。

五種刺激對皺紋陸寄居蟹的影響程度整理如下圖：

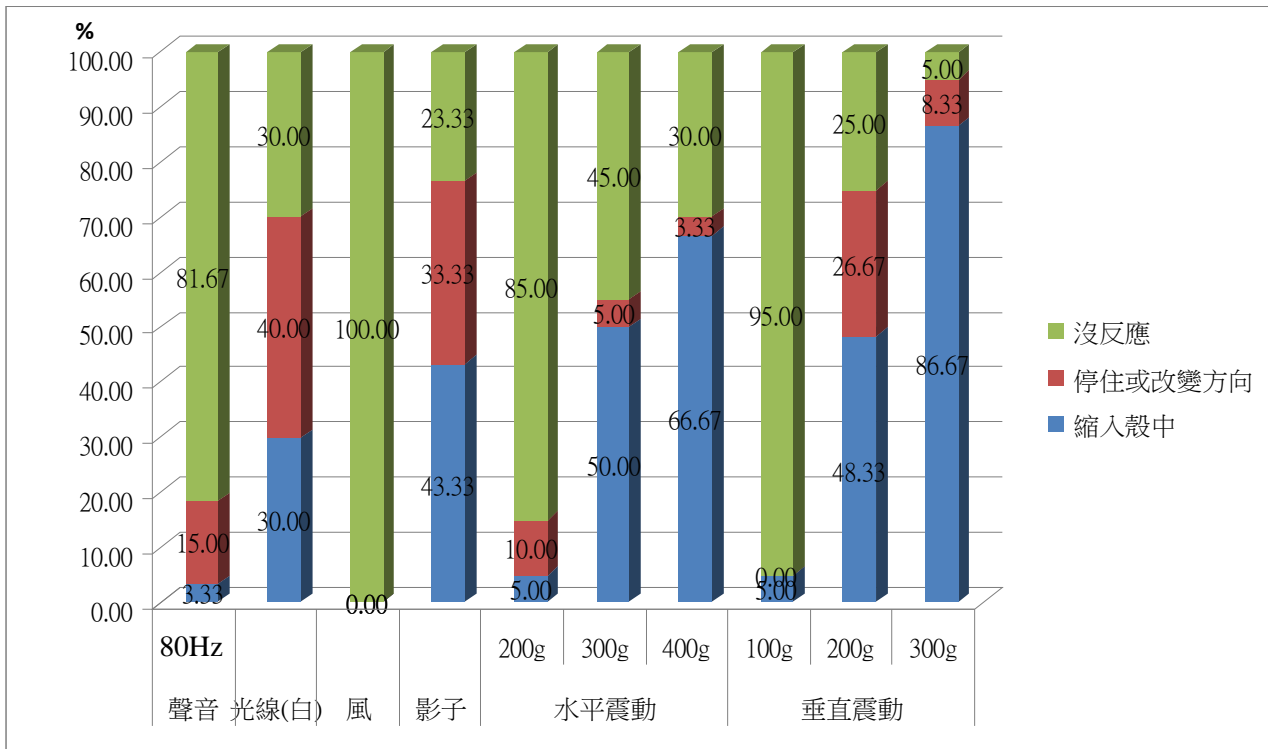


圖 47. 皺紋陸寄居蟹對不同刺激產生的警戒行為比例圖

伍、討論

1. 趨光性的實驗時間為5分鐘，對陽光的趨避行為實驗時間為30分鐘，後者因為考量到寄居蟹忍受溫度需要較長時間，所以實驗時間較長。
2. 剛開始做換殼實驗時，我們參考以前的科展作品用熱水浴法將寄居蟹逼出殼外，但我們發現沒有殼的寄居蟹非常驚慌，迫不及待的隨便選了一個殼住進去，試了幾次都是這樣，而且熱水浴法過程中容易傷害到寄居蟹。逼出殼外的寄居蟹跟正常的情況下看到空殼時，會旋轉翻看空殼，將頭探進去殼中觀察，甚至會住住看不合意就跑出來回到舊殼的情形很不一樣。所以後來我們觀察換殼是讓牠們在自由意志下想換殼再換殼，因此記錄到的換殼組數比較少。
3. 進行寄居蟹的警戒範圍實驗時，為了避免寄居蟹感受到震動出現反應，因為震動傳遞的速度與距離可能與地面材質有關，所以我們特別注意揮動時不能讓揮動器碰到地。經由實驗，我們觀察到寄居蟹最遠能對 8 公尺的移動物體有反應，這可以說明寄居蟹的警戒範圍至少有這麼遠，但並不表示寄居蟹感覺不到更遠的物體，有可能是寄居蟹感覺到了，但因為距離太遠，沒有對牠構成威脅，因此牠不需要反應。

陸、結論

一、認識皺紋陸寄居蟹的生活習性。

(一) 寄居蟹不喜歡泡在水裡，在海水中的忍受時間比在淡水中久。離開水時會用視力判斷陸地位置，然後往岸上前進。看不到陸地時，也能以坡度判斷往水淺的地方移動。

(二) 寄居蟹能憑嗅覺覓食，臭牡蠣及乖乖為牠們最喜歡的食物，推測可能是臭牡蠣及乖乖味道較濃的關係。比起天然的食物，牠們也相當喜歡人工零食，不過因為怕牠們常吃會影響健康，平常不會餵牠這些可能添加香料的人工食品。比較寄居蟹在野外的天然食物，他們對於葷食(臭牡蠣、牡蠣、魚肉)的喜好勝過素食(海藻)。

(三) 寄居蟹沒有趨光性，喜歡躲在陰暗的角落，但當牠們被放入陌生環境時也會試圖到有光的區域找出口，即使氣溫較低 (15°C)，大部分的寄居蟹仍會待在陰影下，而非溫暖的陽光下。

(四) 新殼的殼口長/左螯寬的值介於 1.7-2.3，殼口寬/左螯寬的值介於 1.1-1.9，殼的容量/左螯寬的立方的值介於 3.1-4.4。符合以上比例範圍的螺殼應該是寄居蟹較喜歡的大小。實地調查野外皺紋陸寄居蟹揀的螺殼，10隻中有8隻符合我們報告中殼口長/左螯寬的比例，10隻中有9隻符合殼口寬/左螯寬的比例。

(五) 寄居蟹準備脫皮前會有頻繁鑽入砂中的行為，脫皮後會吃掉自己的舊皮，只剩下末端最堅硬的部分留在砂中，清洗砂子時仔細尋找可以看到。寄居蟹脫皮時偏好的砂礫為1號珊瑚

砂，顆粒大小為 2mm。躲入砂中的深度多為 2cm - 4cm，最深到 7cm。

(六) 寄居蟹在摩擦力大的地面爬行速度較快。但若石頭顆粒過大，超過寄居蟹一步的距離，可能會讓牠不好施力，就會使速度變慢。我們的實驗結果是寄居蟹在 8 毫米的小石子上爬行速度最快，在海濱碎石上最慢。

二、探究皺紋陸寄居蟹的警戒行為，進而知道如何保護他們。

(一) 夜晚觀察牠們時，最好以綠色玻璃紙處理光線，避免對他們造成過度影響。

(二) 有適合施力的物體時，體重10公克左右的皺紋陸寄居蟹能發揮450克重的力，力量很大。推測這與避免被天敵捕食有關。

(三) 寄居蟹警覺性高，對震動及影子變化的反應靈敏，垂直震動的影響力大於水平震動。對於低頻的聲音稍有反應。影響程度由大到小為：震動>影子>光線>聲音>風。。

(四) 警戒範圍為 2 公尺，最遠能對 8 公尺的移動物體有反應，距離愈近，寄居蟹的反應愈大。因此如果人類活動能盡量避開寄居蟹的警戒的範圍，或是海邊能設立寄居蟹保留區，這樣能讓他們更安心的生活。

柒、參考資料及其他

一、康軒版自然與生活科技第四冊第二單元

二、劉烘昌(1999)。台灣的陸蟹傳奇。台灣博物，63，76-90。

三、胡介申 (2010)。以不同方法分析活額寄居蟹之螺殼資源利用。國立中山大學海洋生物科技暨資源學系研究所碩士論文，高雄市。

四、海洋國家公園管理處 (2012)。鐵甲武士-東沙島海濱蟹類。施習德。

五、寄居蟹資訊網 <http://web.nchu.edu.tw/~htshih/hermit/hermit.htm>

六、陸寄居蟹研究室 <http://www.tonycoenobita.com/>

七、全國中小學科展第 49 屆作品：寄居蟹 - 「殼」以，不「殼」以？

八、全國中小學科展第 47 屆作品：沒殼怎麼辦？猶豫寄居蟹(*Clibanarius Virescens*)換殼策略之研究

感想

當初帶著疑問進到皺紋陸寄居蟹研究的領域，才發現這樣可愛的小生物真的需要讓更多人來認識牠們、了解牠們、保護牠們。許多陸寄居蟹被買回家後慘遭淹死，因為人們不知道陸寄居蟹不可以養在水中。當人類湧向海灘，撿走貝殼，留下垃圾，寄居蟹成了無辜的受害者。我們希望大家不要再撿貝殼，讓寄居蟹有殼可以換，寵愛寄居蟹最好的方法就是到海邊觀察牠。我由衷的感謝陪我們度過無數次實驗的皺紋陸寄居蟹們，希望以後還可以在海邊相見。

【評語】 080308

1. 作者在寄居蟹的進食，換殼棲息行為，以及對光、震動以及警戒行為作詳細的描述。作者發現綠光對皺紋陸寄居蟹的影響最小，與一般感光性的習性不同，十分有趣。
2. 若能對此發現作更進一步的研究，將會更加提升此件科展的價值。