

# 中華民國第 58 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

國中組 生物科

佳作

030302

租屋客的租房選擇—「寄」人籬下的難題

學校名稱：臺東縣立寶桑國民中學

作者：  國二 劉沐恩  國一 葉柏亨  國一 王梓謙	指導老師：  游家豪  吳若嘉
---	-----------------------------

關鍵詞：螺殼、陸寄居蟹、選殼行為

## 摘要

我們以台東海岸地區以及小野柳的皺紋陸寄居蟹〈*Coenobita rugosus*〉作為研究物種，想了解小野柳風景區這樣受到人為干擾的棲息地，陸寄居蟹揀殼合適度到底有多少？我們想藉此研究並進一步地探討陸寄居蟹的換殼行為。根據寄居蟹與螺殼的形質相關性分析，我們找出了殼內體積和重量與寄居蟹身體大小的相關性最高，而行為實驗測試也獲得了相對應的結果，我們發現寄居蟹若是揀著一般螺殼，則會傾向換成內體積較大但較輕的螺殼；若是揀著非洲大蝸牛的殼，則會傾向換成內體積較小但較重的螺殼。而小野柳地區的寄居蟹族群比起鹽寮海岸，揀著適中和偏大殼的陸寄居蟹所佔比例較高，可見這幾年來小野柳舉辦「給寄居蟹一個家」的活動對當地寄居蟹生態有著正面的幫助。

## 壹、研究動機

### 一、研究題目發想

在海邊，有許多人看到漂亮的螺殼就撿回家當紀念，卻不知他們所撿走的可能是陸寄居蟹賴以為生的家，這群小生物並不會赤身移動，而是需要一個螺殼保護，所以當人類帶走螺殼後，導致海濱出現了無殼、破殼、揀著垃圾當殼的寄居蟹，這個問題也日益嚴重，因此，在 2016 年開始，東管處在小野柳發起『給寄居蟹一個家的活動』〈圖一〉，希望每一隻寄居蟹都能有一個完整的家。〈國中自然第二冊第六章，人與環境〉



▲圖一、小野柳寄居蟹換殼活動的採訪新聞畫面

寄居蟹為了適應陸地的環境以及保護自己柔軟的腹部，因此便把死掉的螺貝類遺留下來的殼拿來當作保護自己的工具，成了旅居在其他動物殼中的生物。根據國中自然第三冊第四章所介紹的，寄居蟹屬於節肢動物門、甲殼亞門、軟甲綱、十足目的寄居蟹總科。而一般我們常見的寄居蟹可粗略分為能長時間在陸域生活的陸寄居蟹，以及能夠長時間在海中生活的海寄居蟹。其中，受到人為干擾最多的就屬陸寄居蟹，因此我們此次就是以台東地區族群數量最龐大的皺紋陸寄居蟹〈又稱灰白陸寄居蟹，*Coenobita rugosus*〉為主要實驗對象。

殼對陸寄居蟹為何如此重要？除了屬於保育類的椰子蟹，其他陸寄居蟹的腹部沒有較堅硬的甲殼保護，因此在沒有殼的情況下會露出牠們柔軟的腹部而受不了長時間在地面拖行，此時的牠不僅失去防禦能力容易被掠食者捕食，且雌性寄居蟹會使用腹部抱卵，因此需要螺殼的保護。除此之外，螺殼還具有保持溫度、濕度、鹽分恆定的功能。另外，還有一項動作可以顯示出寄居蟹的殼是對牠很重要的，寄居蟹會出現搶殼的動作，通常小的會把殼讓出來給大隻的侵略者，不過也有的是抵死不從，不願意讓出殼來。既然螺殼對於寄居蟹來說等同於牠的家，螺殼太小便無法達到完全保護的功用。而螺殼太大可能會對寄居蟹的行動造成不便，因此挑選一個合適螺殼便是一件重要的事情，那麼牠們到底是怎麼挑選殼的？挑選殼的標準依據又是什麼呢？成了我們心中的大問號。

## 二、文獻探討

(一)沒殼怎麼辦？猶豫寄居蟹(*Clibanarus virescens*)換殼策略之研究〈第 47 屆全國中小學科展〉

此篇研究的結果為，體長介於 1.5 到 2 公分之間以及螺殼破損超過 70%的寄居蟹換殼機率最高，而寄居蟹在選殼時，牠的體長與殼長的比例會介在 0.86 上下，另外，此篇研究也有提到，若是周圍有大量螺殼可使用時，換殼機率較高。

(二)寄居蟹 - 「殼」以，不「殼」以？〈第 49 屆全國中小學科展〉

此篇研究探討了許多陸寄居蟹可能拿來當作挑選螺殼的因素，包含了：殼口大小、殼的外型、殼內體積、殼內深度、殼的種類、右旋與左旋、以及天然殼與人工殼等，其中較值得注意的是作者認為，殼口大小和殼內體積為寄居蟹選殼的重要考量因素：殼口為寄居蟹進出

的門，跟寄居蟹的體型和螯的大小有很大關係若殼口太小，寄居蟹會不便於進出殼口活動；若殼口太大，寄居蟹的左螯可能無法完全將殼口擋住以抵擋外來的威脅。寄居蟹不會進入過小的貝殼，因為其身體無法完全躲入，或是能完全躲入但空間狹窄而不便於活動；不過寄居蟹卻能進入比牠身軀大的貝殼，較大的貝殼對寄居蟹來說也相對地比較重，雖然會較不便於揹負爬行，但有較大的殼可選時，寄居蟹仍會選擇較大的殼。

### (三)蟹蟹光臨 ~ 皺紋陸寄居蟹(*Coenobita rugosus*)探究〈第 53 屆全國中小學科展〉

此篇研究有較嚴謹的量化數據探討，結果顯示，寄居蟹在換殼後的新殼殼口長/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，因而認定此即是寄居蟹挑選殼的比值範圍。

(四)3D 列印殼不殼以成家呢？~南部地區陸寄居蟹棲地與寄居外殼研究〈第 54 屆全國中小學科展〉

此篇研究的結論是，寄居蟹會偏好選擇沒有其他寄居蟹住過、空間大、殼口寬的天然螺殼。另外，陸寄居蟹寄居螺殼分析：寄居螺殼殼口寬與寄居蟹前節長(螯足長)有高度正相關，寄居蟹選殼會尋找適合前節長的螺殼寬。

### (五)寶貝計畫—鹽寮陸生寄居蟹身體形態與貝殼關係研究〈第 54 屆全國中小學科展〉

此篇研究有探討鹽寮地區的陸寄居蟹揹殼情況的調查，他們認為螺殼過大或過小，會影響寄居蟹的寄居安全以及行為：鹽寮海岸的陸寄居蟹出現螺殼過大或者過小的機率高達 2/3。而在同時擺放不同大小的貝殼選項中，發現寄居蟹選擇殼口剛好的機率达 60%的比率，也會躲進殼口較大(30%)與較小(10%)的貝殼中。

## 三、實驗假設與設計發想

我們在小野柳地區觀察到寄居蟹除了揹著很多不同種類的螺殼之外，揹螺殼的合適度也有很大的不同，有些左大螯和第三對步足會露出殼口外面，有些則能夠完全的縮進螺殼內，根據我們查閱的的資料，這可以當作是該地區的天然螺殼是否足夠陸寄居蟹使用的判斷依據，因此我們想率先對小野柳地區的皺紋陸寄居蟹族群進行螺殼合適度的調查。

在前人所做的研究中，已有不少研究在探討同一種陸寄居蟹〈皺紋陸〉的換殼行為，但我

們發現每一篇的結論都不盡相同，主要原因可能是，所使用來進行實驗的螺殼種類非常多樣，所以變因太多而難以控制。而我們根據上述前人研究，統整出了幾個可能影響寄居蟹換殼的因素：殼口大小、殼體大小、殼重、以及殼內體積，再重新設計新的問題與實驗來探討皺紋陸寄居蟹的換殼行為模式。另外，前人研究也沒有看到陸寄居蟹對於蝸牛殼喜好與否的探討，從外觀上來看，蝸牛殼與陸寄居蟹較喜愛的鳳螺殼外型是很相似的，差別在於蝸牛殼內體積較大但殼壁較薄，而我們常可在環教場域聽到”寄居蟹不太喜歡蝸牛殼”這樣的野外觀察經驗，卻無任何實驗可以解釋這個現象，因此我們也想藉由此研究來探究此現象。

## 貳、 實驗目的與問題

我們此次研究的目的是想要探究「**皺紋陸寄居蟹對於螺殼的挑選行為**」，為了達成此目的，我們設計了數個問題想要加以驗證：

- 一、探究小野柳地區陸寄居蟹族群的揀殼合適度究竟如何？
- 二、影響陸寄居蟹的挑選螺殼的可能因素為何？
- 三、無揀殼時陸寄居蟹挑殼大小為何？
- 四、有揀殼時〈一般螺殼和蝸牛殼〉陸寄居蟹挑殼大小為何？
- 五、陸寄居蟹換殼前後〈一般螺殼和蝸牛殼〉內體積和重量的變化為何？
- 六、在時間充足，螺殼充足，有競爭者的情況下，寄居蟹會如何選殼呢？

## 參、 研究器材與設備

### 一、 實驗動物

#### (一) 皺紋陸寄居蟹(*Coenobita rugosus*)

1. 來源：台東海岸地區棲息的皺紋陸寄居蟹〈圖二〉
2. 選用原因：皺紋陸寄居蟹是屬於當地的優勢種，數量較其他兩種〈短腕陸、凹足陸〉多出許多，且皺紋陸屬於中小型陸寄居蟹，在實驗操作上較為簡單。



▲圖二、脫殼後的皺紋陸寄居蟹

#### (二) 鳳螺殼(*Babylonia*)與非洲大蝸牛(*Achatina fulica*)殼

1. 來源：鳳螺殼的來源是海產店已食用完畢的養殖鳳螺殼。  
非洲大蝸牛殼的來源，為路邊採集或是寄居蟹換下的殼。
2. 選用原因：鳳螺及非洲大蝸牛殼皆為極為常見的螺殼，取得容易，實驗方便。  
另外，鳳螺殼和非洲大蝸牛殼的外觀非常相似〈圖三〉，但形質卻有明顯的差別，適合當作探討內體積和重量差異的對照組。



▲ 圖三、蝸牛殼〈左〉和鳳螺殼〈右〉的背面、腹面比較

## 二、設備及器材



▲圖四、寄居蟹形質測量所需工具：游標尺、直尺、電子秤、錐形瓶、塑膠花盆



▲圖五、大小的洞以因應不同大小的寄居蟹



▲圖六、塑膠盆與海砂，作為讓寄居蟹選殼的場所



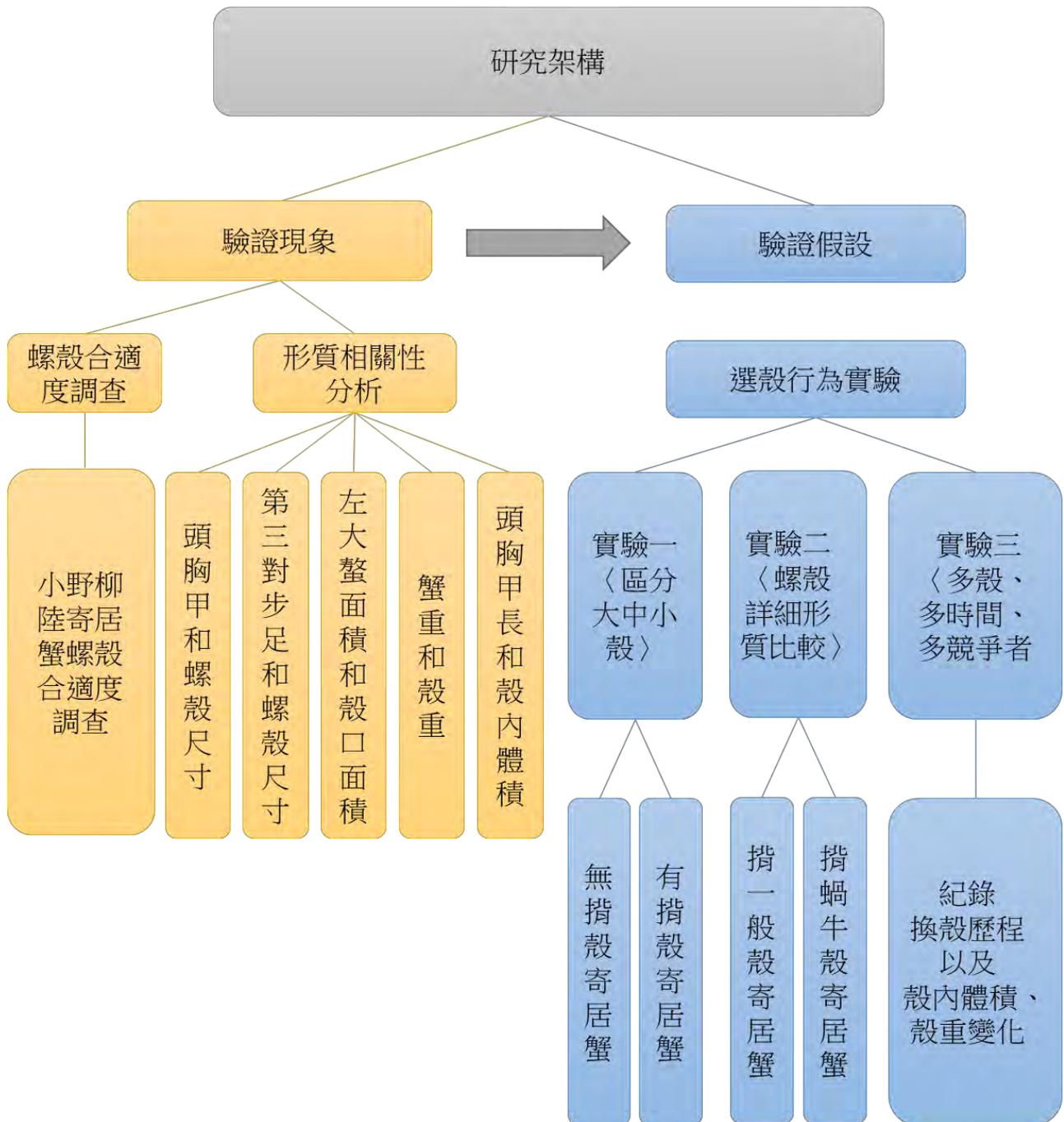
▲圖七、各種不同大小的鳳螺殼，每個編號都有各自對應的形質



▲圖八、能夠夜間錄影的攝影器材

## 肆、 實驗過程與方法

### 一、 研究流程圖



▲圖九、研究流程圖

## 二、小野柳地區皺紋陸寄居蟹族群數量統計與揀殼合適度調查

### (一) 小野柳地區的皺紋陸寄居蟹族群統計—捉放實驗

我們挑選了某天晚上到小野柳進行利用捉放法進行當地皺紋陸寄居蟹的族群量統計，在步道區兩側進行了一次性的捕捉，總計抓到 112 隻的寄居蟹並用奇異筆在外殼做上標記〈下圖十〉，隔一個禮拜之後，在同一範圍內進行第二次捕捉。



▲圖十、將在小野柳步道區捕捉到的寄居蟹做上標記

### (二) 皺紋陸寄居蟹揀殼合適度調查

為了解小野柳地區皺紋陸寄居蟹在野外的揀殼合適度情況，我們利用了 4 天晚上，到小野柳進行野外採集調查，我們在小野柳的榕樹區步道及步道兩側 5 公尺內的範圍，進行約 30 分鐘的搜索，總共採集到 447 隻次的皺紋陸寄居蟹，之後將所採集到的寄居蟹，依照我們所設定的標準，進行所揀螺殼的合適度分類。〈圖十一〉



▲圖十一、皺紋陸寄居蟹揀殼合適度調查

我們所訂的標準為：第三對步足與左大螯剛好封在螺殼殼口，即視為大小適中（如下圖十三）；若是左大螯可明顯縮進螺殼裡面，則視為偏大（圖十二）；左大螯與第三對步足突出螺殼口，則視為偏小（圖十四）。



▲圖十二、殼偏大



▲圖十三、殼適中



▲圖十四、殼偏小

### 三、形質測量及相關性分析

(一) 由於寄居蟹會躲入殼中，如此便無法測量寄居蟹本體和空殼的大小數據，因此必須先讓寄居蟹個體從殼中脫離出來。我們參考第 49 屆中小學科學展覽會的『寄居蟹 -「殼」以，不「殼」以？』這份作品中的方法，將寄居蟹螺殼尾部浸泡熱水，藉此讓寄居蟹脫離螺殼（圖十五），這個方法的優點是，下方的熱水不會直接浸泡到寄居蟹本體，較能夠防止寄居蟹傷亡，同時又能快速又有效的讓寄居蟹從螺殼中脫離出來。



▲圖十五、將寄居蟹固定在洞口，螺殼尾端浸入熱水中，使寄居蟹自行脫離螺殼

(二) 待寄居蟹從殼中脫離後，便測量以下形質數據：

1. 寄居蟹本體數據：蟹重、頭胸甲長、左大螯長和寬、第三對步足長。
2. 螺殼本體數據：空殼重、殼內體積、殼長寬、殼口長和寬。

關於螺殼內體積的測量，我們先將螺殼放入水中，殼內盛滿水並瀝乾殼外的水滴，再將盛滿水後的殼重減去原先的空殼重量（如下圖十六所示）。



▲圖十六、裝滿水的殼重減去空殼重便可得內體積大小

(三) 我們將以上形質數據，利用 Excel 來進行 Pearson 相關性分析。此項分析我們做了兩次，過程如下：

1. 第一次分析：我們測量了 29 隻揹著各種不同螺殼的皺紋陸寄居蟹形質，將可能有相關的兩項形質數據，分組方式如下列：

(1) 蟹重(g)和空殼重(g)之關係：越重的寄居蟹越能揹得動更重的殼。

(2) 頭胸甲長(mm)和殼長+寬(mm)之關係：

頭胸甲是普遍用來代表寄居蟹大小的依據。我們所採集到的寄居蟹所揹的殼中，有的是長形有的是寬形(如下圖)，因此我們決定使用殼長+殼寬來統一代表代表所有螺殼的大小。

(3) 第三對步足長(mm)和殼長+寬(mm)之關係：

寄居蟹的第三對步足是寄居蟹五對步足中最長的一對，與第一對步足（大螯）同為整隻寄居蟹步行的主要支柱，因此我們認為第三對步足越長越能夠支撐起越大的殼。

(4) 左大螯面積(mm<sup>2</sup>)與殼口面積(mm<sup>2</sup>)之關係：

因為寄居蟹是以左大螯卡在殼口的方式縮進殼內進行防禦，所以我們以左大螯和殼口當作橢圓形去計算其面積。

左大螯和殼口面積公式： $(長軸/2)*(短軸/2)*\pi = 面積$ 。

2. 第二次分析：由於第一次分析的結果經過我們的討論後有諸多問題，於是我們修正了實驗目標，再做了第二批寄居蟹的測量分析，**第二次我們測量了 28 隻通通都是揀著鳳殼的皺紋陸寄居蟹形質**，並且只拿殼重和殼內體積來進行分析，分組如下：

(1) 蟹重(g)與殼重(g)的關係

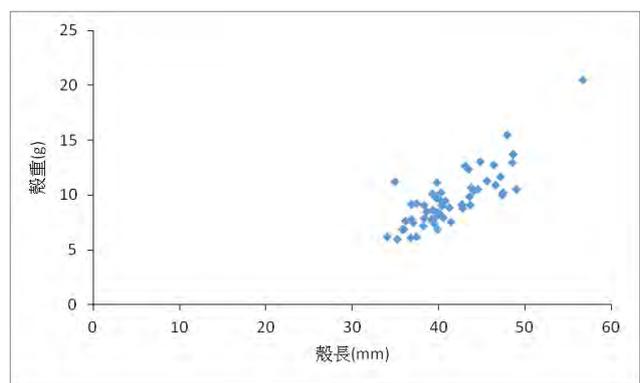
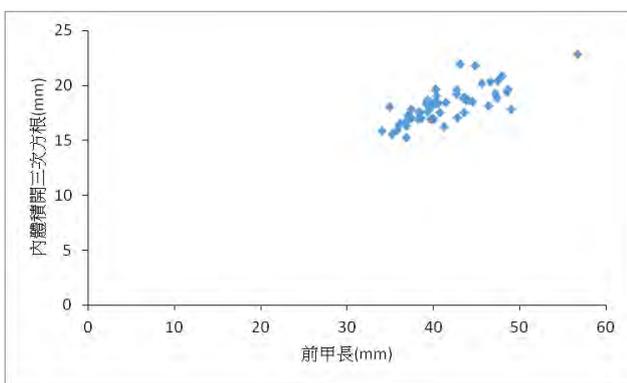
(2) 頭胸甲長(mm)與殼內體積開 3 次方根(mm)的關係：

我們認為評估一顆寄居蟹在螺殼內的可用體積，用螺殼內體積比殼長或寬更加地直接，因此做了此項調整。

#### 四、寄居蟹選殼行為實驗

##### (一) 鳳螺殼測量

我們先測量了 57 顆從海產店拿回來的新鮮鳳螺殼，利用 Pearson 相關分析證明螺殼內體積和重量的大小，是可以簡單用目測殼長來進行粗略判斷，以方便後續的實驗操作〈圖十七、十八〉。



▲圖十七、殼長和內體積開 3 次方根的散佈圖 ▲圖十八、殼長和殼重的散佈圖做統計

$$r = 0.752066$$

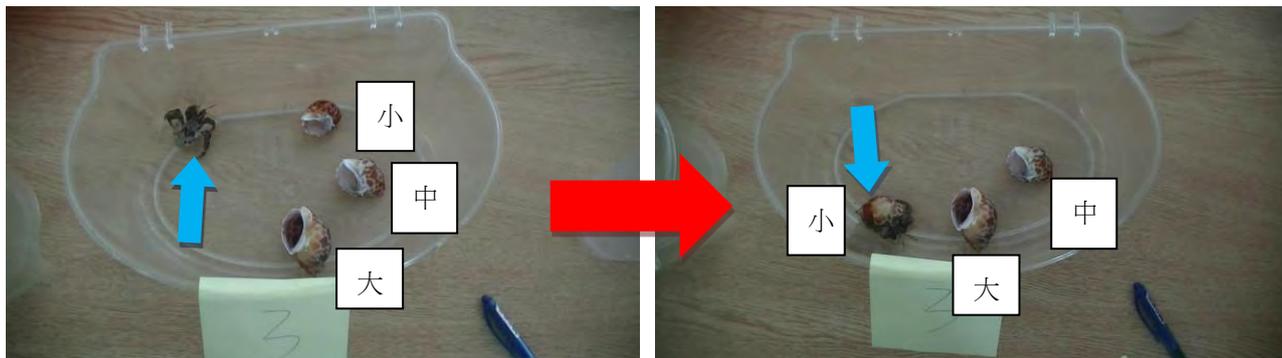
$$r = 0.812933$$

##### (二) 寄居蟹選殼行為實驗 1 〈螺殼簡單目測區分大、中、小〉

以目測的方式挑選偏大、適中、偏小〈與原殼做比較〉三個新的鳳螺殼，讓單隻寄居蟹

挑選。實驗操作分成以下兩組：

### 1. 無指殼寄居蟹選殼實驗



▲圖十九、無指殼寄居蟹選殼實驗流程〈箭頭為寄居蟹〉

### 2. 有指殼寄居蟹挑選實驗



▲圖二十、有指殼寄居蟹挑選實驗流程〈箭頭為寄居蟹〉

## (三) 寄居蟹選殼行為實驗 2〈詳細紀錄螺殼內體積、重量差異〉

實驗 2 操作與實驗 1 大致相同，差別在於我們事先測量了每一個殼的內體積和重量並加以編號，讓寄居蟹挑選並換殼後再將原殼拿出來測量內體積和重量，如此一來便可知道換殼前後的差異，分成不同兩組進行：

1. 一般螺殼寄居蟹的選殼實驗
2. 非洲大蝸牛殼寄居蟹的選殼實驗

#### 四、寄居蟹選殼行為實驗 3〈挑殼時間充裕、螺殼數量充足、有其他競爭者〉

為了更加的仿造自然環境下的情況，讓寄居蟹展現出更加接近真實情況的螺殼挑選行為，我們將多隻寄居蟹放置在同一箱子內，給予充足數量的已編號螺殼〈1.5 倍寄居蟹數量〉，和充裕的挑選時間〈放置兩晚〉，並以攝影機記錄下整個過程〈圖二十一〉。



▲圖二十一、寄居蟹選殼行為實驗 3 進行中的照片

### 伍、實驗結果

#### 一、小野柳地區皺紋陸寄居蟹族群數量統計與揀殼合適度調查

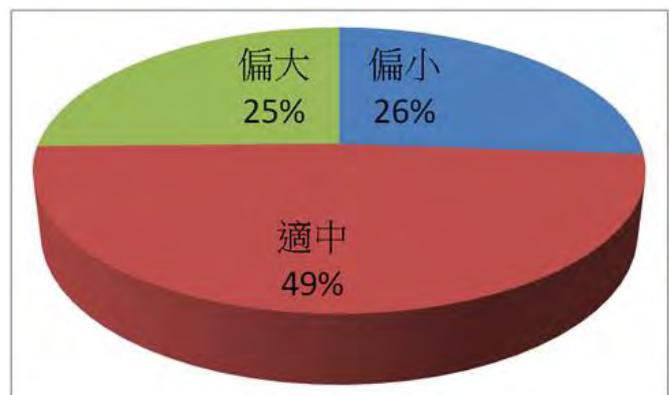
##### (一)族群數量統計結果

在標記了 112 之寄居蟹後，相隔一個禮拜再進行第二次補捉，採集到 200 隻寄居蟹，其中只有一隻的殼上有標記，因此我們推估小野柳地區可能有兩萬隻皺紋陸寄居蟹的族群。

$$X = \text{族群總數} \rightarrow 112/x = 1/200 \rightarrow X = 22400$$

##### (二)揀殼合適度調查結果

總共捕捉了 447 隻的寄居蟹，其中螺殼適中的有 217 隻，螺殼過大的有 113 隻，螺殼過小的有 117 隻，占總數比率分別為 48%、31%和 21%，如我們將其製作為圓餅圖，如右圖二十二所示：

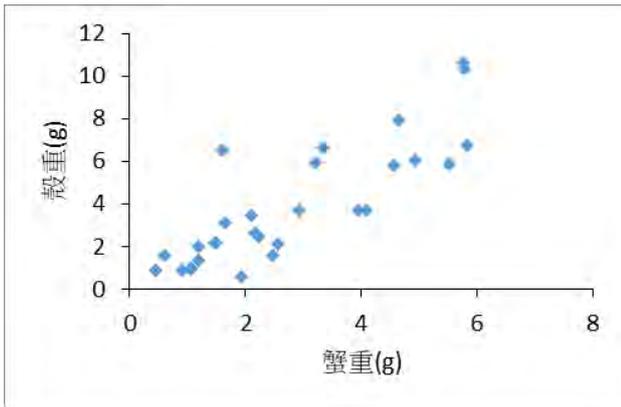


▲圖二十二、小野柳寄居蟹揀殼合適度調查結果

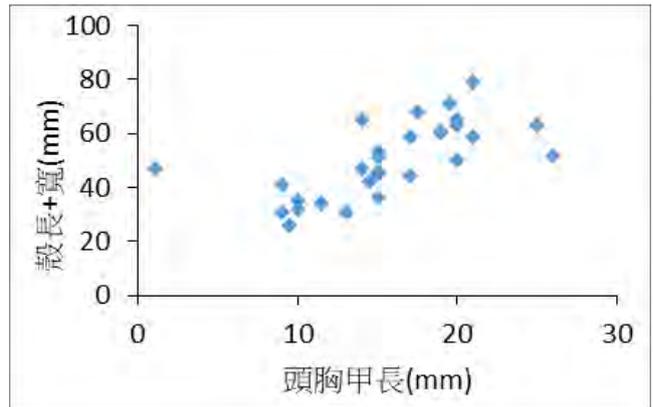
## 二、形質測量及相關性分析

### (一) 第一次分析 (N = 29)

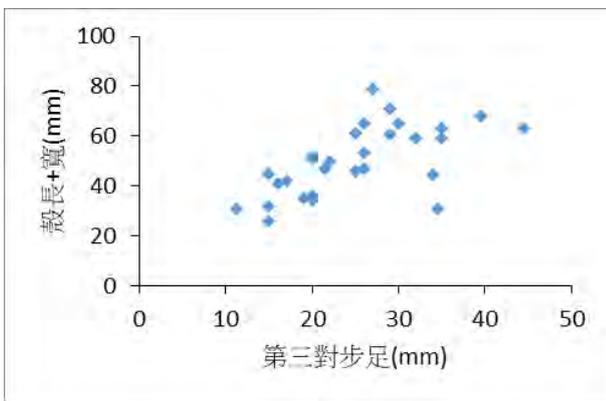
- (1) 蟹重(g)與殼重(g)的  $r = 0.840773$  (圖二十三)
- (2) 頭胸甲長(mm)和空殼尺寸〈長+寬〉(mm)的  $r = 0.596338$  (圖二十四)
- (3) 第三對步足長(mm)和空殼尺寸〈長+寬〉(mm)的  $r = 0.618993$  (圖二十五)
- (4) 左大螯面積(mm<sup>2</sup>)和殼口面積(mm<sup>2</sup>)的  $r = 0.494834$  (圖二十六)



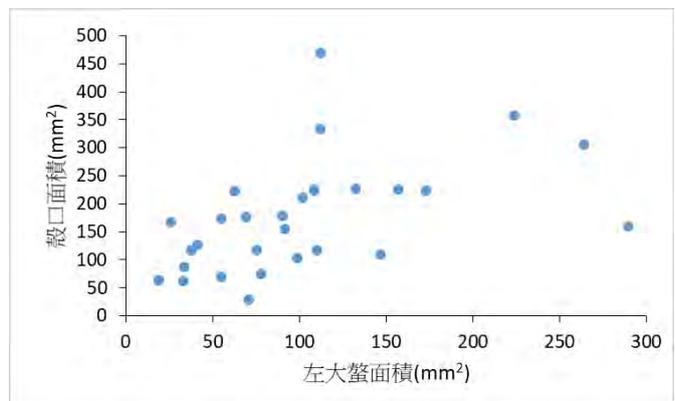
▲圖二十三、蟹重和殼重的相關散佈圖



▲圖二十四、頭胸甲長和殼長+寬的相關散佈圖



▲圖二十五、第三對步足和殼長+寬的相關散佈圖

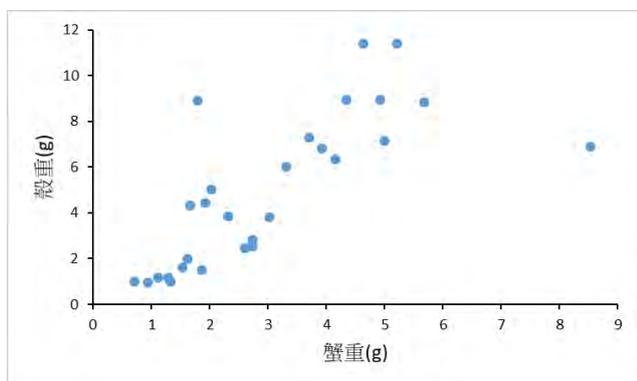


▲圖二十六、左大螯面積和殼口面積的相關散佈圖

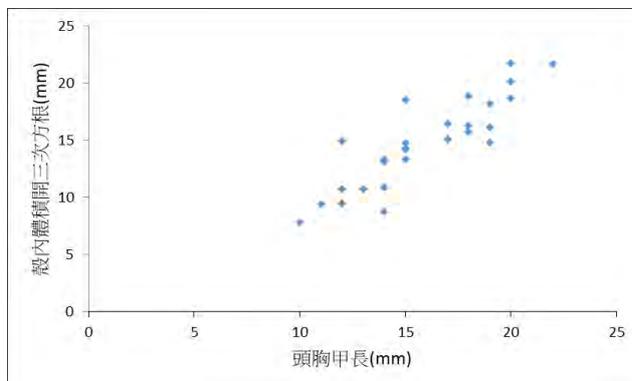
## (二) 第二次分析 (N = 28)

(1) 蟹重(g)與殼重(g)的  $r = 0.738536354$  (圖二十七)

(2) 頭胸甲長(mm)與殼內體積開 3 次方根(mm)的  $r = 0.869509408$  (圖二十八)



▲圖二十七、蟹重和殼重相關散佈圖

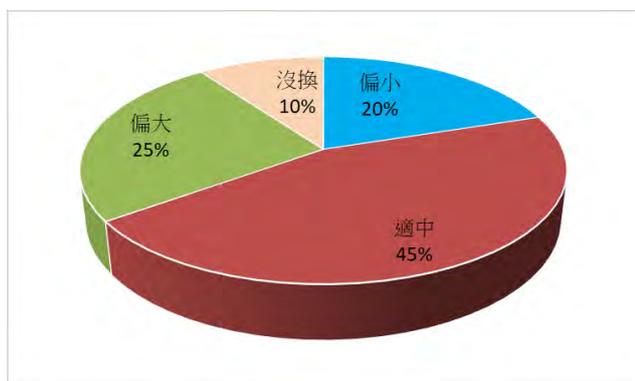


▲圖二十八、頭胸甲長和殼內體積開三次方根的相關散佈圖

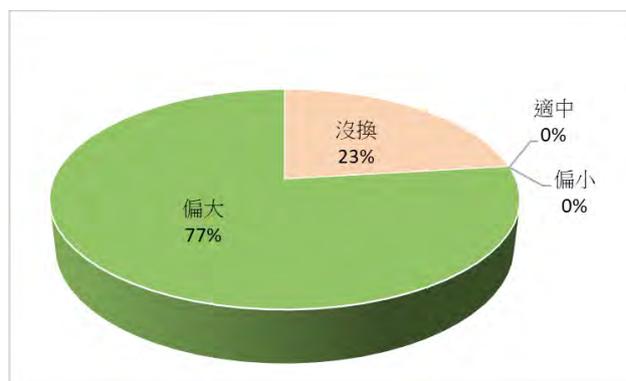
## 三、寄居蟹選殼行為實驗

### (一) 寄居蟹選殼行為實驗 1 (螺殼簡單目測區分大、中、小)

1. 無揸殼寄居蟹的選殼實驗總共操作了 20 組，其中沒立即住進殼中的有 2 組、選擇偏小殼的有 4 組、選擇適中殼的有 9 組、選擇偏大殼的有 5 組，各組分布比例如圖二十九所示。
2. 有揸殼寄居蟹的選殼實驗總共操作了 13 組，其中沒換殼的有 3 組、剩下十組通通選擇了偏大的殼，各組分布比例如圖三十所示。



▲圖二十九、無揸殼寄居蟹選殼實驗結果



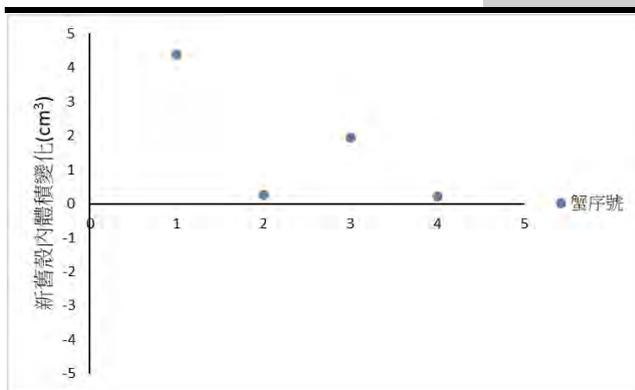
▲圖三十、有揸殼寄居蟹選殼實驗結果

### (二) 寄居蟹選殼行為實驗 2 (詳細紀錄螺殼內體積、重量差異)

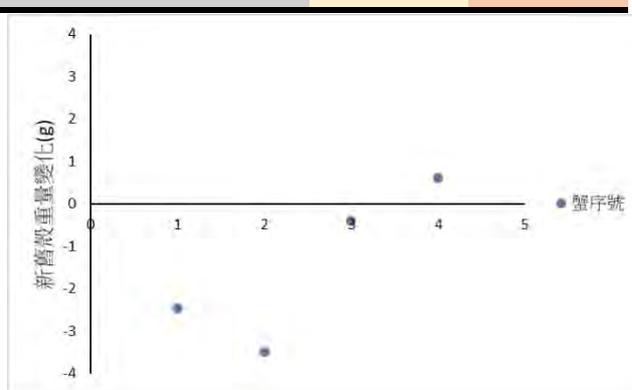
1. 原先揀著一般正常螺殼的寄居蟹選殼實驗操作下，共有 4 組成功換成了我們提供的鳳螺殼，其中三組都傾向換成內體積較大或重量較輕的螺殼。〈表一、圖三十一、圖三十二〉

表一、一般螺殼寄居蟹選殼實驗詳細形質數據

蟹序號	原殼體積	原殼重量	換殼序號	新殼體積	新殼重量	體積改變	重量改變
1	4.4	14.4	26	8.8	11.95	4.4	-2.45
2	7.6	14.6	27	7.86	11.11	0.26	-3.49
3	1.8	5.14	49	3.75	4.74	1.95	-0.4
4	5.2	7.3	64	5.41	7.92	0.21	0.62



▲圖三十一、一般螺殼寄居蟹換殼後新舊殼內體積變化圖

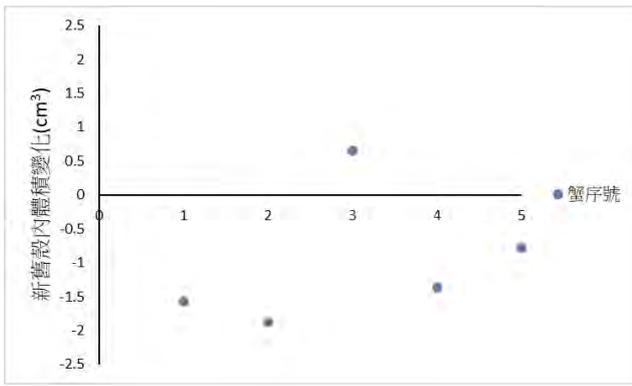


▲圖三十二、一般螺殼寄居蟹換殼後新舊殼重量變化圖

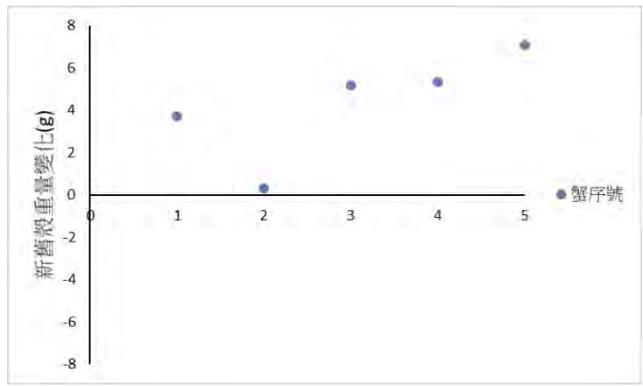
2. 原先揀著非洲大蝸牛殼的寄居蟹選殼實驗操作下，共有 5 組成功換成了我們提供的鳳螺殼，全都捨棄了內體積較小但重量較重的鳳螺殼。〈表二、圖三十三、圖三十四〉

表二、非洲大蝸牛螺殼寄居蟹選殼實驗詳細形質數據

蝸牛序號	螺殼體積	螺殼重量	換殼序號	新殼體積	新殼重量	體積改變	重量改變
1	6.3	1.8	14	4.72	3.72	-1.58	5.52
2	5.2	2	50	3.31	0.3	-1.89	2.3
3	3.3	1.1	31	3.95	5.16	0.65	6.26
4	6.5	1.6	71	5.13	5.34	-1.37	6.94
5	7.4	2.5	4	6.62	7.08	-0.78	9.58



▲圖三十三、非洲大蝸牛殼寄居蟹換殼後  
新舊殼內體積變化圖



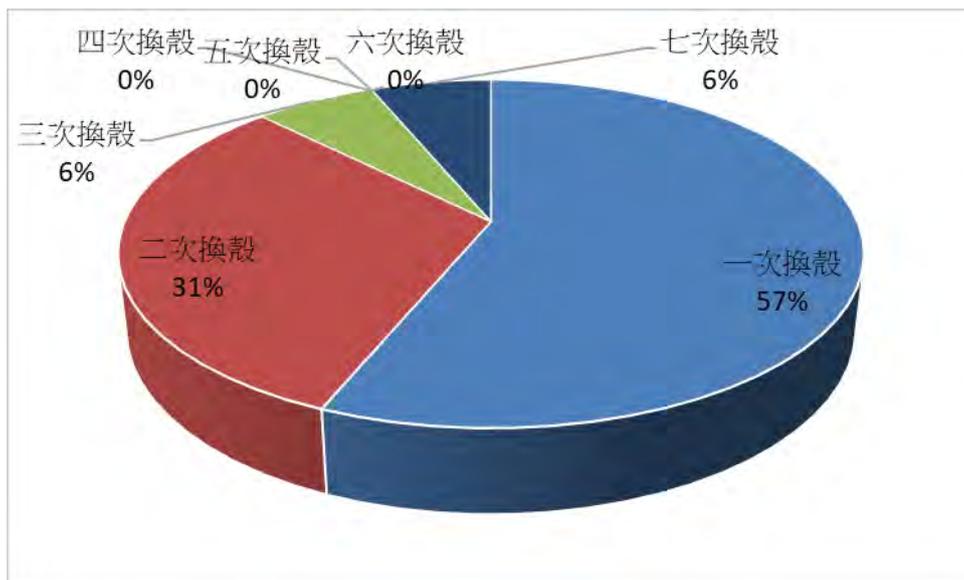
▲圖三十四、非洲大蝸牛殼寄居蟹換殼後  
新舊殼重量變化圖

### 三、寄居蟹選殼行為實驗 3〈挑殼時間充裕、螺殼數量充足、有其他競爭者〉

我們從連續兩個晚上的影片中，記錄下每一隻寄居蟹的換殼歷程〈N = 16〉以及形質變化，統整了所有寄居蟹的換殼次數〈表三、圖三十五〉，以及原殼和最後一次換入的殼之間的形質差異〈表四、圖三十六〉。16 隻寄居蟹的換殼歷程只放上換殼次數最多的兩隻數據作為代表〈圖三十七、三十八〉。

表三、選殼實驗 3 的寄居蟹換殼次數統計

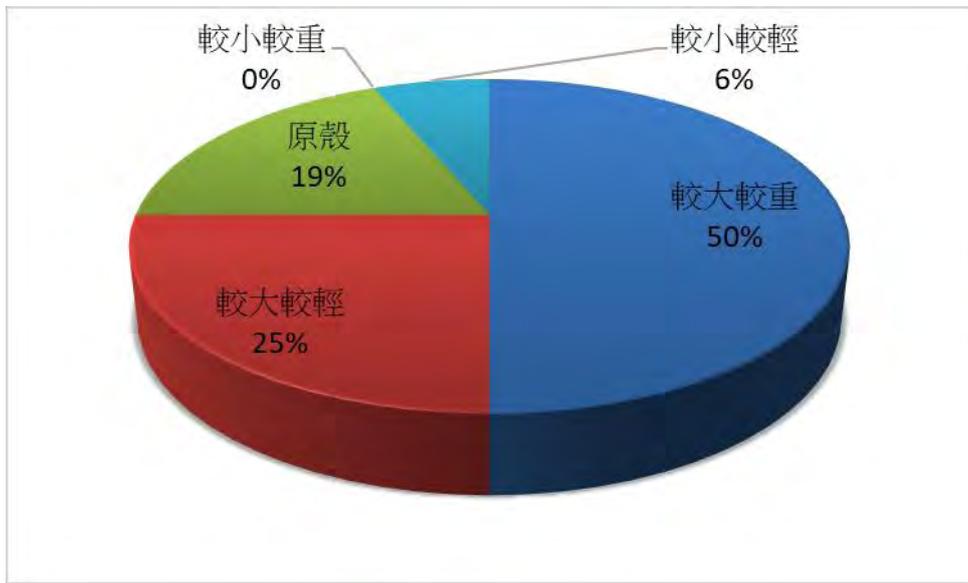
換殼次數	一次換殼	二次換殼	三次換殼	四次換殼	五次換殼	六次換殼	七次換殼
隻數	9	5	1	0	0	0	1



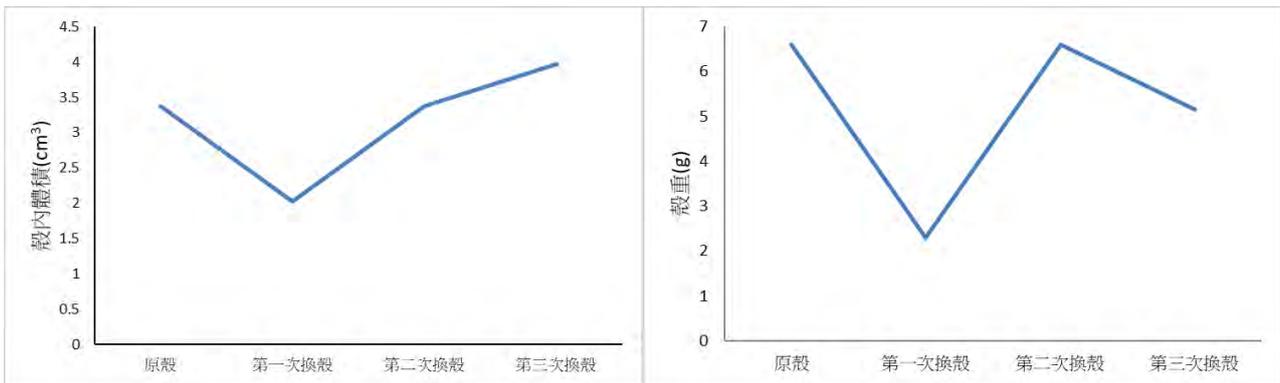
▲圖三十五、換殼實驗 3 的寄居蟹換殼比例圖

表四、選殼實驗 3 的寄居蟹換殼後的新舊殼形質差異統計

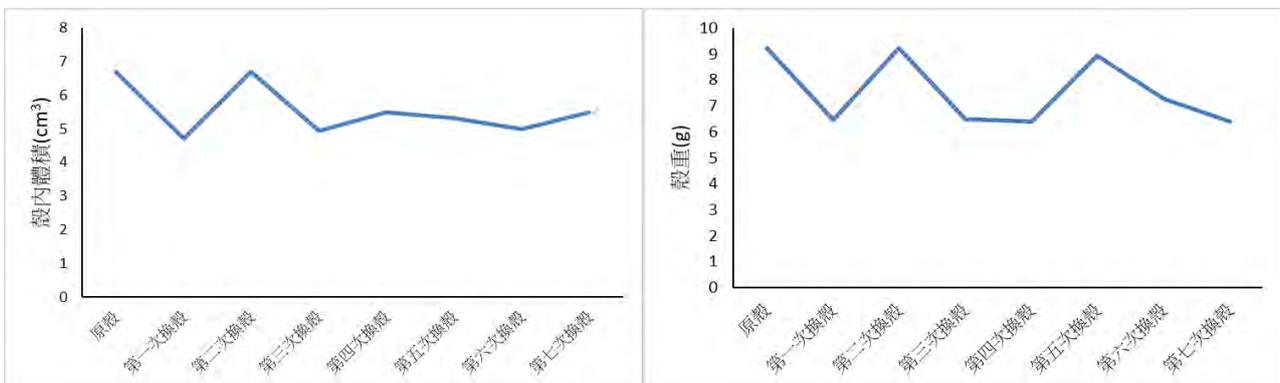
螺殼形質改變	較大較重	較大較輕	不變	較小較重	較小較輕
隻數	8	4	3	0	1



▲圖三十六、換殼實驗 3 的寄居蟹換殼後的新舊殼形質差異比例圖



▲圖三十七、代號 R 寄居蟹的換殼歷程中，殼內體積與重量變化



▲圖三十八、代號 E 寄居蟹的換殼歷程中，殼內體積與重量變化

## 陸、 討論

### 一、揸殼合適度調查

根據施習德老師在 1991 年的文章中，有根據墾丁地區的寄居蟹作過揸殼合適度的研究，他認為只要左大螯和第三對步足能夠完全縮入殼口內，這樣的殼對寄居蟹來說就算是合適的，按照這樣的設定，我們在小野柳所採集到的皺紋陸寄居蟹，揸著適中和偏大殼的寄居蟹比例為 3/4 (圖二十二)，比起鹽寮地區的 2/3 還要來的高 (寶貝計畫－鹽寮陸生寄居蟹身體形態與貝殼關係研究，第 54 屆全國中小學科展)，可見東管處對於小野柳地區陸寄居蟹族群的保育工作算是有具有正面成效的。

### 二、形質相關性分析

我們在第一批寄居蟹相關性分析後發現，將數種螺殼一起分析時會使結果變得非常不明確，因此我們捨棄了第一批分析的結果，將目標改放在單一種螺殼，也就是小野柳寄居蟹所揸最多數量的鳳螺殼來探討，到底哪一項變因可能與寄居蟹的體型最為相關，即有可能是挑殼標準。我們的結果顯示，殼內體積與重量最有可能是寄居蟹挑殼的首要標準，這與前人大部分的研究都符合，因此我們之後才又設計了行為實驗來針對這兩項變因加以驗證。

而殼口的大小到底是不是寄居蟹的選殼標準之一，已有不少前人研究中有提及殼口寬大的螺殼符合寄居蟹的喜愛，但我們在第一批的相關性統計中發現左大螯與殼口面積的相關性偏低，可能原因是有太多種不同的螺殼，每一種螺殼的外型不盡相同，才會導致相關性偏低 (圖二十六)，而在進行第二批寄居蟹相關性分析時就先被我們捨棄不探討。但我們在進行選殼行為實驗的過程中，有觀察到寄居蟹會先在殼口打量殼內情況，所以殼口也有可能是挑選因素之一，這就有待未來設計另外的實驗來釐清了。

### 三、寄居蟹選殼行為與標準

在我們選殼實驗中，發現揸著一般螺殼的寄居蟹都傾向選擇內體積較大的螺殼 (表一)，但牠們在挑選新殼時對於重量的標準殼不太一致。有趣的是，換殼次數較多的寄居蟹，經過多次仔細的挑選後，會挑到一個比原來大且又比原來輕的螺殼 (圖三十七、三十八)，或許

這樣可同時滿足居住空間較大又較方便移動的兩種需求。

另外一個有趣的地方是揸非洲大蝸牛殼的組別，與揸著一般螺殼組有完全相反的結果，揸蝸牛殼的寄居蟹都傾向換到比原本內體積小且重量較重的鳳螺殼〈表三〉，顯見雖然非洲大蝸牛殼的外型與鳳螺殼極為相似，但卻有某些因素使得寄居蟹較不喜歡非洲大蝸牛殼，我們猜測可能的原因是：(1)重量輕的原因是因為殼壁較薄所以保護性較差；(2)有可能是因為內體積過大或是殼壁較光滑使得寄居蟹的後面兩對步足較卡不緊；(3)因為寄居蟹是非常依靠嗅覺的動物，也可能是非洲大蝸牛殼的氣味牠們並不太喜歡。不過我們在小野柳還是看到許多揸著非洲大蝸牛殼走來走去，大多都是中大型的個體，推測可能是找不到符合體型的大殼，小野柳跟海產店募集來的鳳螺殼體積並不大，無法讓中大型的寄居蟹使用。

選殼實驗 3 中，當有足夠螺殼讓寄居蟹做挑選時，寄居蟹大多分成兩個類群，一類是選擇大且輕，另一類則是選擇大且重〈表四、圖三十六〉，我們發現揸一般螺殼的寄居蟹在換殼後，殼內體積都明顯增加，但重量卻較為不一定，因此我們尚無法確定寄居蟹到底會換到較重或較輕的螺殼，但殼內體積是確定都以較大的為偏好選擇對象，但這並不代表寄居蟹喜歡一個很大的螺殼，而是喜歡一個偏大的，因為蝸牛殼雖大，但我們仍觀察到寄居蟹會從蝸牛殼換到鳳螺殼，代表對於寄居蟹來說鳳螺殼的確是較好的，寄居蟹會較喜歡鳳螺殼不是沒原因的，最有可能的就是重量因素，因為蝸牛殼和鳳螺殼的外觀特徵都很相似且都同為右旋殼，最大的不同就是重量和體積，我們所做的蝸牛殼組寄居蟹都會換到一個內體積較小但重量明顯較大的鳳螺殼，說明了蝸牛殼對寄居蟹來說可能太輕了，雖然說不清楚寄居蟹到底喜歡怎樣重量的殼，但此次的實驗讓我們猜測，皺紋陸寄居蟹的挑殼標準首先是內體積，而當遇到不同種螺殼的情況時，重量才會是選擇標準之一。

當寄居蟹無揸殼時，選殼標準與有揸殼時不太一樣，我們在實驗中觀察到每一隻無殼寄居蟹幾乎都在接觸到第一個殼時就馬上住進去，看來在無殼時寄居蟹會十分慌張，並不會花太多時間進行有效挑選，不像在多殼組實驗中寄居蟹換殼前會仔細評估，因此我們推測寄居蟹在無殼時的挑殼模式近乎是隨機挑選的。

## 柒、結論

根據我們的實驗結果及討論後，整理出以下結論：

- 一、根據螺殼合適度調查，「給寄居蟹一個家的活動」對當地的皺紋陸寄居蟹可以提供足夠且適合皺紋陸寄居蟹的螺殼，所以這次的活動對牠們來說，是有一定的正面成效的。
- 二、根據相關性分析，我們覺得殼內體積和重量是皺紋陸寄居蟹挑選螺殼的關鍵因素。
- 三、當皺紋陸寄居蟹在無殼狀態時，通常會選擇最近或是最先碰觸到的螺殼。
- 四、皺紋陸寄居蟹在揹著正常螺殼的情況下，有比較高的機率會挑選一個內體積偏大的螺殼，若身上揹著較重的螺殼時，寄居蟹會偏向選擇重量較輕的螺殼；若身上揹著如蝸牛殼等較輕的螺殼時，通常會選擇重量較重的螺殼。
- 五、所以我們推測皺紋陸寄居蟹可能會因為身上螺殼種類的不同，而改變選殼標準的優先順序，當揹著一般螺殼時會優先考量內體積大小，當揹著非洲大蝸牛殼時會優先考量重量大小。
- 六、在空殼數量充足，選殼時間充裕的狀況下，有些寄居蟹會藉由不斷的換殼，來尋找較合適的螺殼。

## 捌、參考文獻

### 一、書籍文獻

(一)鐵甲武士—東沙島海濱蟹類，施習德著，初版：2012 年 12 月

### 二、相關文獻及報告

(一)第 48 屆全國中小學科展—寄居蟹 - 「殼」以，不「殼」以？

(二)第 47 屆全國中小學科展—沒殼怎麼辦？猶豫寄居蟹(*Clibanarius virescens*)換殼策略之研究

(三)第 54 屆全國中小學科展—3D 列印殼不殼以成家呢？～南部地區陸寄居蟹棲地與寄居外殼研究

(四)第 41 屆全國中小學科展—美麗的珊瑚礁海岸

(五)第 21 屆全國中小學科展—寄人籬下的流浪客

(六)第 53 屆全國中小學科展—蟹蟹光臨 ~ 皺紋陸寄居蟹(*Coenobita rugosus*)探究

(七)第 54 屆全國中小學科展—寶貝計畫—鹽寮陸生寄居蟹身體形態與貝殼關係研究

(八)線性迴歸與相關分析 Statistics, Autumn 2009, C. J. Chang

(九)濱海廢棄物的溫度與摩擦力對皺褶陸寄居蟹生存的影響—許建文〈成大碩論 2015〉

(十)惱人的“房事”—墾丁地區寄居蟹殼資源之利用，施習德，中山大學海洋生物研

究所(1991)・取自：<http://web.nchu.edu.tw/~htshih/hermit/zoo.htm>

(十一)施習德(1998)・台灣的硬殼寄居蟹・取自：

<http://web.nchu.edu.tw/~htshih/hermit/calcinus.htm>

### 三、網路資源

(一)寄居蟹構造・取自：[http://web.nchu.edu.tw/~htshih/hermit/hc-sh\\_lg.htm](http://web.nchu.edu.tw/~htshih/hermit/hc-sh_lg.htm)

(二)墾丁地區寄居蟹殼資源之利用—1990 年 7 月 施習德・取自：

<http://web.nchu.edu.tw/~htshih/thesis/master/thesis.htm>

(三)寄居蟹資訊網 Hermit Crab Information Web・取自：

<http://web.nchu.edu.tw/~htshih/hermit/hermit.htm>

(四)〈南部〉募寄居蟹家 上萬空殼一半不能用 <http://news.ltn.com.tw/news/local/paper/961788>

(五)維基百科—寄居蟹 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%AF%84%E5%B1%85%E8%9F%B9>

(六)陸寄居蟹研究室 <http://www.tonycoenobita.com/shell3.htm>

(七)Pearson 統計—belleaya(2012)

<http://belleaya.pixnet.net/blog/post/30950579-%5B%E6%95%99%E5%AD%B8%5D-%5B%E7%B>

[5%B1%E8%A8%88%5D-pearson-%E7%9B%B8%E9%97%9C](http://belleaya.pixnet.net/blog/post/30950579-%5B%E6%95%99%E5%AD%B8%5D-%5B%E7%B5%B1%E8%A8%88%5D-pearson-%E7%9B%B8%E9%97%9C)

(八)給寄居蟹一個家 <http://www.peoplenews.tw/news/edc7403c-f7a3-4063-984e-2667bdc7d5fd>

## 【評語】 030302

1. 此研究作品主要是探討皺紋陸寄居蟹對螺殼挑選行為的合適度。實驗結果發現當寄居蟹在無殼狀態時，通常會隨機挑選螺殼。當寄居蟹有揀殼時，選殼標準首重內體積，其次才是重量。
2. 作者提出一些前人研究，但並沒有將他們的結果與自己做的結果做分析比較。由於都是比較提供的殼，並沒有調查在自然環境下可利用的殼種類，行為可能會有所改變。應該考慮寄居蟹的年齡，可能會影響換殼行為。
3. 此作品之研究目標明確，具鄉土及教材之相關性，有助了解陸寄居蟹的換殼行為。
4. 圖 11. 出現 447 隻？但從照片上看起來蠻少的？如何做合適的分類？p.13 無貝殼寄居蟹挑選實驗流程圖不是很清楚(是否有重複？) p.14 圓餅圖上數據與文字的描述數據有出入是否能解釋散佈圖所代表的意義？
5. 所採用的實驗設計及方法雖大致合理可行，但方法中未具體說明所使用的樣品數，如寄居蟹及螺殼數。此外，族群量統計及揀殼合適度調查似乎未考慮季節因素，所得結果可能會有所偏差。表二的重量改變欄位似乎有誤，是否應為新殼減舊殼重量。無揀殼寄居蟹對蝸牛殼和鳳螺殼是否有特定偏好？實驗設計宜有重複，或樣本數要足以符合統計檢定原則。

## 壹、研究動機

在海邊，有許多人看到漂亮的螺殼就撿回家當紀念，卻不知他們所撿走的可能是陸寄居蟹賴以維生的家，這群小生物需要一個螺殼保護，所以當人類帶走螺殼後，導致海濱



▲圖一，「夜訪小野柳-給寄居蟹一個家」活動新聞畫面

出現了無殼、破殼、揸著垃圾當殼的寄居蟹，這個問題也日益嚴重，因此，在2016年開始，東管處在小野柳發起『給寄居蟹一個家的活動』〈圖一〉，希望每一隻寄居蟹都能有一個完整的家。

螺殼對於寄居蟹來說等同於牠的家，螺殼太小便無法達到完全保護的功用。而螺殼太大可能會對寄居蟹的行動造成不便，因此挑選一個合適螺殼便是一件重要的事情，那麼牠們在挑選殼時是否有任何標準？挑選殼的標準又是什麼？

## 貳、實驗目的與問題

我們研究目的是想要探究「皺紋陸寄居蟹對於螺殼的挑選行為」，在這個目的下我們設計了幾個問題想要加以驗證：

- 一、探究小野柳地區陸寄居蟹族群的揸殼合適度究竟如何？
- 二、影響陸寄居蟹的挑選螺殼的可能因素為何？
- 三、無揸殼時陸寄居蟹挑殼大小偏好為何？
- 四、有揸殼時〈一般螺殼和蝸牛殼〉的挑殼大小偏好為何？
- 五、陸寄居蟹換殼前後〈一般螺殼和蝸牛殼〉內體積和重量的變化為何？
- 六、在選殼時間充足，螺殼充足，有其他競爭者的情況下，寄居蟹會如何選殼呢？

## 參、研究器材與設備

### 一、皺紋陸寄居蟹(*Coenobita rugosus*)

- (一)來源：台東海岸地區棲息的皺紋陸寄居蟹
- (二)選用原因：皺紋陸寄居蟹是屬於當地的優勢種，數量較其他兩種〈短腕陸寄居蟹*Coenobita brevipanus*、凹足陸寄居蟹*Coenobita cavipes*〉明顯多出許多。

### 二、鳳螺殼(*Babylonia*)與非洲大蝸牛殼(*Achatina fulica*)

- (一)來源：鳳螺殼的來源是海產店的養殖鳳螺殼。非洲大蝸牛殼的來源，為路邊採集或是寄居蟹換下的殼。
- (二)選用原因：鳳螺及非洲大蝸牛殼皆為極為常見的螺殼。另外，鳳螺殼和非洲大蝸牛殼的外觀非常相似〈圖二、三〉，但形質卻有明顯的差別，適合當作探討內體積和重量差異的對照組。我們將拿來的新鳳螺殼在測量完內體積和重量後並加以編號〈圖四〉。



▲圖二、三，鳳螺〈右〉和非洲大蝸牛殼〈左〉的腹、背面比較 ▲圖四，將鳳螺殼編號

### 三、設備及器材

- 〈一〉形質測量所需工具：游標尺、直尺、電子秤、錐形瓶、數個不同開孔大小的塑膠花盆〈圖五〉。錐形瓶和花盆是用來將寄居蟹從殼中趕出〈圖六〉。
- 〈二〉選殼行為實驗所需工具：塑膠盆、海砂、攝影器材。



▲圖五，數個不同開孔大小的花盆，以符合各種不同大小的寄居蟹。 ▲圖六，將寄居蟹殼尾端碰觸熱水，迫使他們從殼中脫離。

## 肆、實驗過程與方法



▲圖七，研究流程架構圖

### 一、小野柳地區陸寄居蟹族群數量統計與揸殼合適度調查

#### (一) 族群數量調查

我們挑選了某天晚上到小野柳進行利用**捉放法**進行當地陸寄居蟹的族群量統計，在步道區兩側進行了一次性的捕捉，總計抓到112隻的寄居蟹並用奇異筆在外殼做上標記，隔一個禮拜之後，在同一範圍內進行第二次捕捉。

#### (二) 皺紋陸寄居蟹揸殼合適度調查

為了解小野柳地區皺紋陸寄居蟹在野外的揸殼合適度情況，我們利用了四天晚上，到小野柳進行野外採集調查，每次都是在步道及步道兩側5公尺內的範圍，進行約30分鐘的搜索。四次總共採集到447隻次的陸寄居蟹，之後將所採集到的寄居蟹，依照我們所設定的標準，進行所揸螺殼的合適度分類。

我們所訂的標準為：**第三對步足**與**左大螯**剛好封在螺殼殼口，即視為大小適中；若是左大螯可明顯縮進螺殼內，則視為偏大；左大螯與第三對步足突出螺殼口，則視為偏小。〈圖八〉



▲圖八，由左至右依序為螺殼偏大、適中、偏小

### 二、形質相關性分析

#### Pearson相關性分析



▲圖九，形質與Pearson相關性分析架構圖

一、小野柳地區皺紋陸寄居蟹族群數量統計與揀殼合適度調查

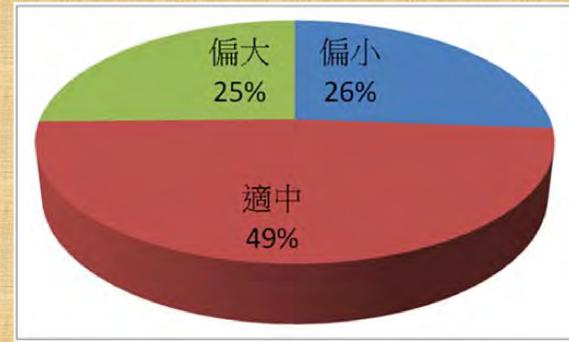
(一) 族群數量統計結果

在第一次捕抓標記了112隻寄居蟹後，相隔一個禮拜再進行第二次捕捉，採集到200隻寄居蟹，其中只有一隻的殼上有標記，因此我們推估小野柳地區可能有兩萬隻皺紋陸寄居蟹的族群。

$$X = \text{族群總數} \rightarrow 112/x = 1/200 \rightarrow X = 22400$$

(二) 揀殼合適調查結果

總共捕捉了447隻次的寄居蟹，其中螺殼適中的有217隻，螺殼過大的有113隻，螺殼過小的有117隻，占總數比率分別49%、25%和26%。



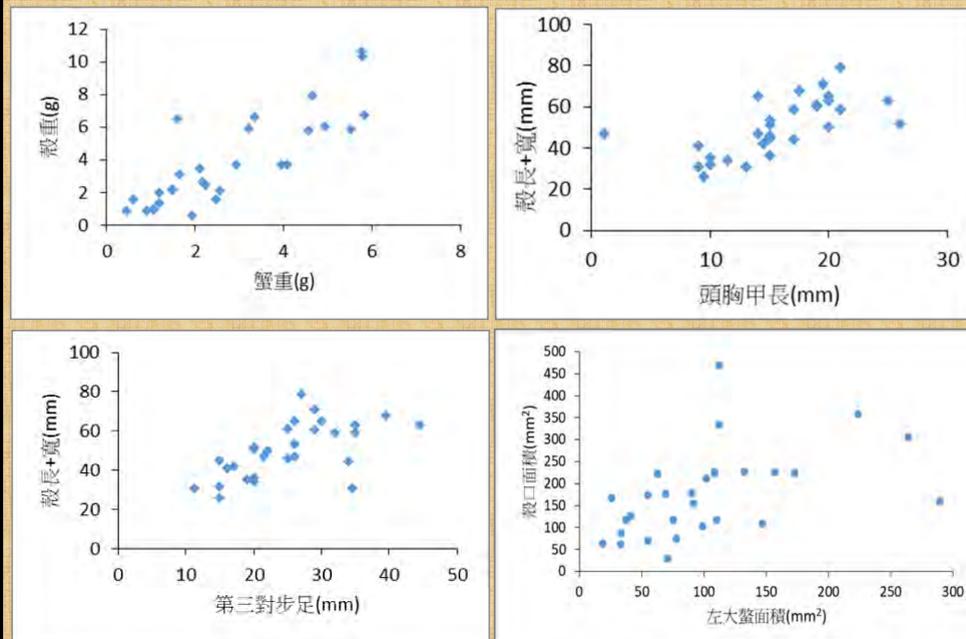
▲圖十五，揀殼合適度調查結果圓餅圖

〈圖十五〉

二、形質測量及相關性分析

(一) 第一次分析 N=29 〈圖十六~十九〉

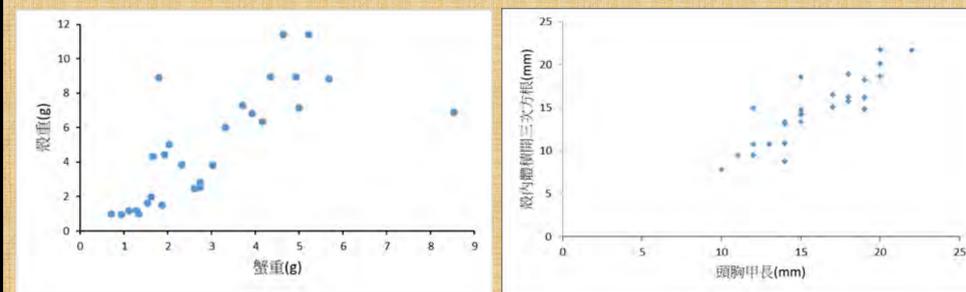
- (1) 蟹重(g)與殼重(g)的  $r = 0.840773$
- (2) 頭胸甲長(mm)和空殼尺寸〈長+寬〉(mm)的  $r = 0.596338$
- (3) 第三對步足長(mm)和空殼尺寸〈長+寬〉(mm)的  $r = 0.618993$
- (4) 左大螯面積(mm<sup>2</sup>)和殼口面積(mm<sup>2</sup>)的  $r = 0.494834$



▲圖十六~十九，由左至右由上至下分別為：蟹重與殼重、頭胸甲長與空殼尺寸、第三對步足與空殼尺寸、殼口面積與空殼尺寸的相關散佈圖

(二) 第二次分析 N=28 〈圖二十、二十一〉

- (1) 蟹重(g)與殼重(g)的  $r = 0.738536354$
- (2) 頭胸甲長(mm)與殼內體積開3次方根(mm)的  $r = 0.869509408$

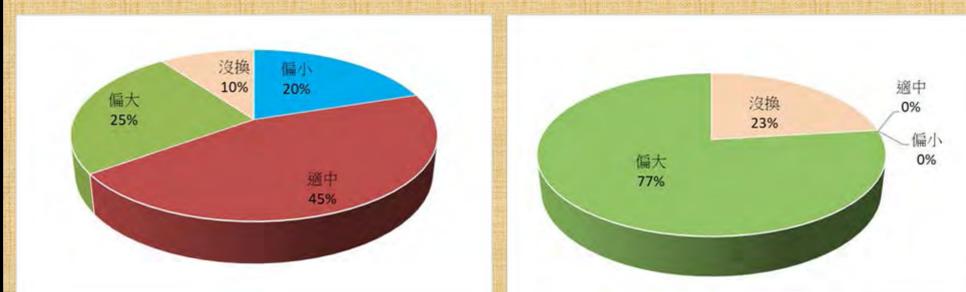


▲圖二十、二十一，左至右分別為蟹重與殼重、頭胸甲長與內體積的相關散佈圖

三、寄居蟹選殼行為實驗

(一) 寄居蟹選殼行為實驗1

1. 無揀殼寄居蟹的選殼實驗總共操作了20組，其中沒立即住進殼中的有2組、選擇偏小殼的有4組、選擇適中殼的有9組、選擇偏大殼的有5組，各組分布比例如圖二十二所示。
2. 有揀殼寄居蟹的選殼實驗總共操作了13組，其中沒換殼的有3組、剩下十組通通選擇了偏大的殼，各組分布比例如圖二十三所示。



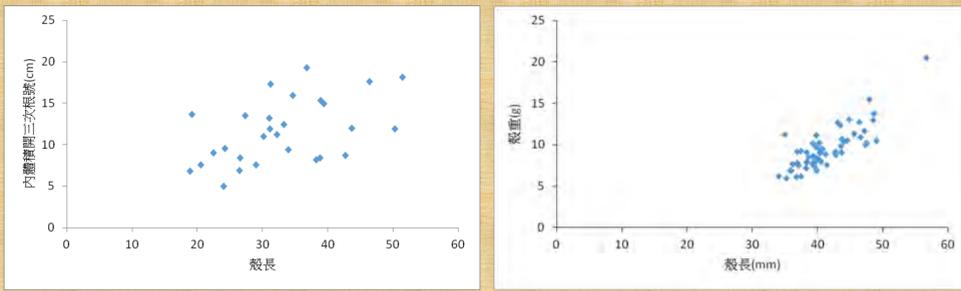
▲圖二十二，無揀殼寄居蟹選殼偏好圓餅圖

▲圖二十三，有揀殼寄居蟹選殼偏好圓餅圖

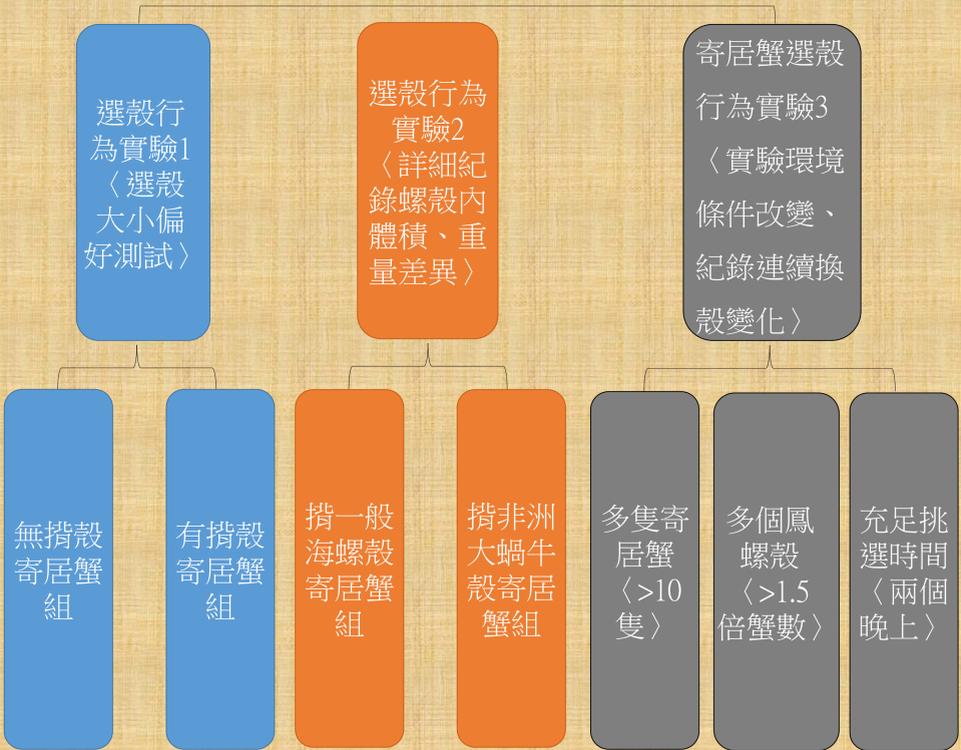
三、寄居蟹選殼行為實驗

(一) 鳳螺殼測量

我們先測量了57個從海產店拿回來的新鮮鳳螺殼，利用Pearson相關分析證明螺殼內體積和重量的大小成高度相關，所以表示可以簡單用目測殼長來進行粗略判斷以方便後續的實驗操作。〈圖十、十一〉



▲圖十、十一，鳳螺殼長與內體積、殼長與殼重的相關散佈圖，兩者r值分別為：0.75、0.81

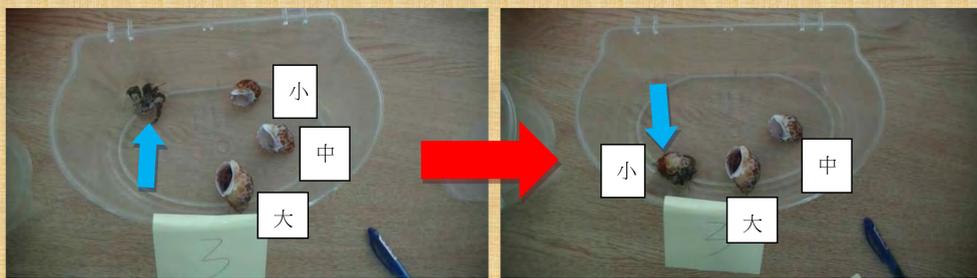


▲圖十二，選殼行為實驗架構圖

(二) 寄居蟹選殼行為實驗1 〈選殼大小偏好測試〉

以目測的方式挑選偏大、適中〈與原殼差不多大〉、偏小三個新的鳳螺殼，讓單隻寄居蟹挑選。實驗操作分成以下兩組：〈圖十三、十四〉

1. 無揀殼寄居蟹選殼實驗過程：



▲圖十三，無揀殼寄居蟹選殼行為實驗過程

2. 有揀殼寄居蟹選殼實驗過程：



▲圖十四，有揀殼寄居蟹選殼行為實驗過程

(三) 寄居蟹選殼行為實驗2 〈詳細紀錄螺殼內體積、重量差異〉

實驗2操作與實驗1大致相同，差別在於我們事先測量了每一個殼的內體積和重量並加以編號，讓寄居蟹挑選並換殼後再將原殼拿出來測量內體積和重量，如此一來便可知換殼前後的差異。此實驗分成以下兩組進行：

1. 一般螺殼寄居蟹的選殼偏好行為實驗
2. 非洲大蝸牛殼寄居蟹的選殼偏好行為實驗

(四) 寄居蟹選殼行為實驗3 〈實驗環境條件改變、紀錄連續換殼變化〉

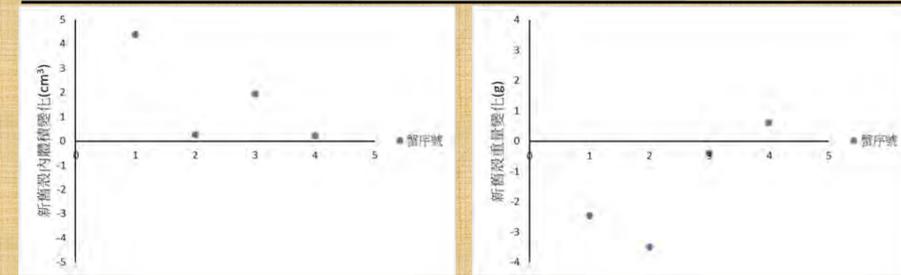
為了更加地接近陸寄居蟹在野外環境下的情況，讓寄居蟹展現出更加接近真實情況的螺殼挑選行為，我們的實驗做了以下環境情況調整：(1) 將多隻寄居蟹放置在同一箱子內〈大於十隻〉；(2) 給予充足數量的已編號螺殼〈大於寄居蟹1.5倍的數量〉；(3) 和充裕的挑選時間〈兩天晚上〉。將每隻寄居蟹的每次換殼過程都以攝影機紀錄下來，如此一來便可知每次換殼的內體積與重量的連續變化。

## (二)寄居蟹選殼行為實驗2

1. 原先揀著一般螺殼的寄居蟹選殼實驗，有4組換成提供的鳳螺殼，通通都換成內體積較大的殼，且有三組換成較輕的殼。結果如下表一、圖二十四、二十五。

▼表一，選殼實驗2-1之結果整理

蟹序號	原殼體積	原殼重量	換殼序號	新殼體積	新殼重量	體積改變	重量改變
1	4.4	14.4	26	8.8	11.95	4.4	-2.45
2	7.6	14.6	27	7.86	11.11	0.26	-3.49
3	1.8	5.14	49	3.75	4.74	1.95	-0.4
4	5.2	7.3	64	5.41	7.92	0.21	0.62

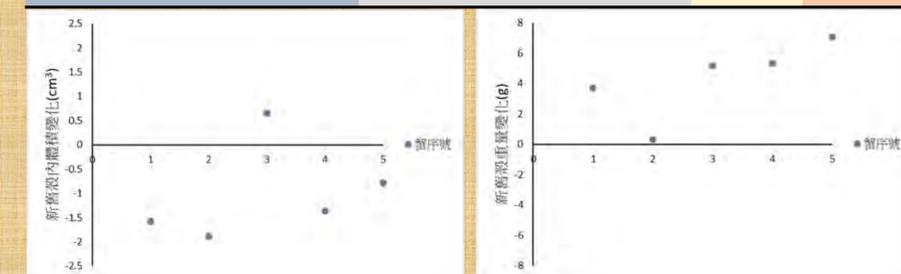


▲圖二十四、二十五，選殼實驗2-1結果關係圖

2. 原先揀著非洲大蝸牛殼的寄居蟹選殼實驗操作下，有5組成功換成了提供的鳳螺殼，皆換成了重量較重的殼，而有四組換成了內體積較小的殼。〈表二、圖二十六、二十七〉

▼表二，選殼實驗2-1之結果整理

蝸牛序號	螺殼體積	螺殼重量	換殼序號	新殼體積	新殼重量	體積改變	重量改變
1	6.3	1.8	14	4.72	3.72	-1.58	5.52
2	5.2	2	50	3.31	0.3	-1.89	2.3
3	3.3	1.1	31	3.95	5.16	0.65	6.26
4	6.5	1.6	71	5.13	5.34	-1.37	6.94
5	7.4	2.5	4	6.62	7.08	-0.78	9.58



▲圖二十六、二十七，選殼實驗2-2的結果關係圖

## (三)寄居蟹選殼行為實驗3

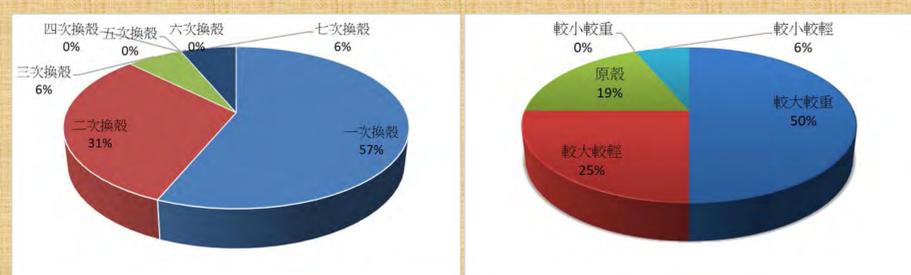
我們從影片中，紀錄下每一隻寄居蟹的換殼歷程〈N = 16〉以及形質變化，統整了所有寄居蟹的換殼次數〈表三、圖二十八〉，以及原殼和最後一次換入的殼之間的形質差異〈表四、圖二十九〉。16隻寄居蟹的連續換殼形質差異結果只有放上換殼超過2次的個體作為代表，分別是連續換殼次數3次〈圖三十、三十一〉與連續換殼次數7次的兩隻個體〈圖三十二、三十三〉。

▼表三，選殼實驗3之寄居蟹換殼次數結果整理

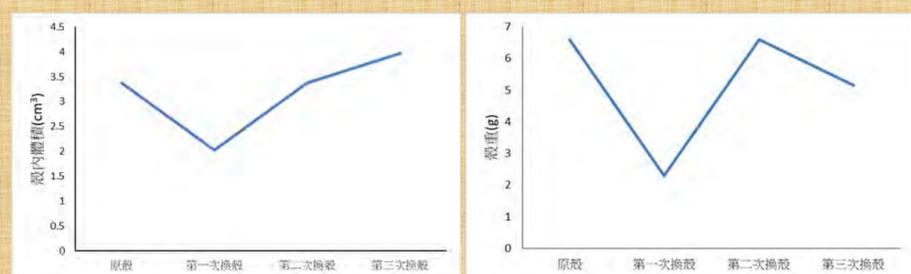
換殼次數	一次換殼	二次換殼	三次換殼	四次換殼	五次換殼	六次換殼	七次換殼
隻數	9	5	1	0	0	0	1

▼表四，選殼實驗3之寄居蟹換殼差異結果整理

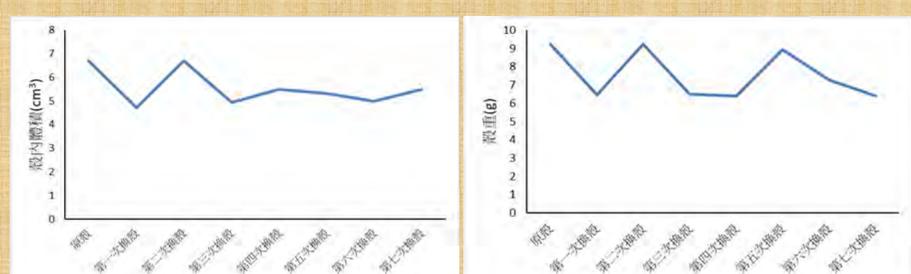
螺殼形質改變	較大較重	較大較輕	不變	較小較重	較小較輕
隻數	8	4	3	0	1



▲圖二十八~二十九，選殼實驗3的換殼次數與換殼偏好結果整理圖



▲圖三十~三十一，連續換殼3次隻寄居蟹殼內體積和重量的連續變化圖



▲圖三十二~三十三，連續換殼7次隻寄居蟹殼內體積和重量的連續變化圖

## 一、揀殼合適度調查

我們在小野柳所採集到的皺紋陸寄居蟹，揀著適中和偏大殼的寄居蟹比例為3/4〈圖十五〉，比起鹽寮地區的2/3還要來的高〈第54屆全國中小學科展〉，可見東管處對於小野柳地區陸寄居蟹族群的保育工作有正面成效的。

## 二、形質相關性分析

我們在第一批寄居蟹相關性分析後發現，將數種螺殼一起分析結果較混亂且難以討論，因此我們修改了分析項目，將目標改放在單一螺殼〈鳳螺殼〉進行第二批分析，結果顯示殼內體積與重量最有可能是寄居蟹選殼的主要標準〈圖二十、二十一〉。而先前多數研究有提到的「殼口大小」到底是不是寄居蟹的選殼標準之一，有待未來研究釐清。

## 三、寄居蟹選殼行為與標準

當寄居蟹無揀殼時，會十分慌張，並不會花太多時間進行有效挑選，因此我們推測寄居蟹在無殼時的挑殼模式近乎是隨機挑選的，並沒有經過仔細的偏好選擇。

在我們選殼實驗1發現，揀著螺殼的寄居蟹都傾向選擇偏大的螺殼〈圖二十五〉。而在實驗2發現，揀著一般螺殼的寄居蟹，偏好選擇內體積較大，但重量較輕的新螺殼〈表一〉，我們推測或許這樣可同時滿足空間較大又較方便移動的兩種需求。

而一個有趣的地方是揀非洲大蝸牛殼的組別，與揀著一般螺殼組有完全相反的結果〈表二〉，雖然非洲蝸牛殼符合陸寄居蟹的選殼偏好，內體積非常大，但揀蝸牛殼的寄居蟹卻都傾向換到比原本內體積小且重量較重的鳳螺，顯然蝸牛殼的確不是陸寄居蟹所喜好的殼種，我們猜測可能的原因是：(1)重量輕是因為殼壁較薄，所以保護性較差；(2)有可能是因為內體積過大或是殼壁較光滑使得寄居蟹的後兩對步足卡不緊；(3)陸寄居蟹有可能分辨得出非洲大蝸牛殼〈依靠嗅覺或是其他未知條件〉。

選殼實驗3中，當有足夠螺殼讓寄居蟹做挑選時，寄居蟹的選殼偏好分成了兩個類群〈表四〉，一類是選擇大且輕，另一類則是選擇大且重，我們發現揀一般螺殼的寄居蟹在換殼後，殼內體積都明顯增加，但重量卻較為不一定，而換殼次數多的個體則會選到較大且輕的螺殼。

## 柒、結論

- 根據螺殼合適度調查，「給寄居蟹一個家的活動」對當地的皺紋陸寄居蟹可提供足夠且適合皺紋陸寄居蟹的螺殼，所以這次的活動對牠們來說，是有正面成效的。
- 根據相關性分析，我們覺得殼內體積和重量是皺紋陸寄居蟹挑選螺殼的關鍵因素。
- 當皺紋陸寄居蟹在無殼狀態時，通常會選擇最近或是最先碰觸到的螺殼，幾乎沒有「選殼」行為的產生。
- 皺紋陸寄居蟹在揀著一般海螺殼時，幾乎都會偏好挑選內體積偏大的殼，但重量偏好則較不一定；若身上揀著非洲大蝸牛殼等較輕的螺殼時，則會選擇重量較重的螺殼。
- 所以我們推測皺紋陸寄居蟹可能會因為身上螺殼種類的不同，而改變選殼標準〈內體積、重量〉的優先順序。
- 在空殼數量充足，選殼時間充裕的情況下，有些寄居蟹會有仔細挑選並不斷更換螺殼的行為，來尋找較合適的螺殼。

## 捌、參考文獻

- 書籍文獻
  - 鐵甲武士—東沙島海濱蟹類，施智德著，初版：2012年12月
- 相關文獻及報告
  - 第48屆全國中小學科展—寄居蟹「殼」以，不「殼」以？
  - 第47屆全國中小學科展—沒殼怎麼辦？蝸居寄居蟹(Clibanarius virescens)換殼策略之研究
  - 第54屆全國中小學科展—3D列印殼不殼殼成家呢？—南部地區陸寄居蟹棲地與寄居殼研究
  - 第41屆全國中小學科展—美麗的珊瑚礁海邊
  - 第21屆全國中小學科展—寄居蟹的流浪家
  - 第53屆全國中小學科展—蟹蟹光臨—皺紋陸寄居蟹(Coenobita rugosus)探究
  - 第54屆全國中小學科展—寶貝計畫—鹽寮陸生寄居蟹身體形態與殼關係研究
  - 蝸居蟹與相關分析 Statistics, Autumn 2009, C. J. Chang
  - 濱海廢棄物的溫度與摩擦力對蝸居蟹寄居蟹生存的影響—許建文〈成大碩論2015〉
  - 個人的「房事」—墾丁地區寄居蟹資源之利用，施智德，中山大學海洋生物研究所(1991)，取自：<http://web.nchu.edu.tw/~htshih/hermit/zoo.htm>
  - 施智德(1998)，台灣的硬殼寄居蟹，取自：<http://web.nchu.edu.tw/~htshih/hermit/calculus.htm>
- 網路資源
  - 寄居蟹構造，取自：[http://web.nchu.edu.tw/~htshih/hermit/hc-sh\\_lg.htm](http://web.nchu.edu.tw/~htshih/hermit/hc-sh_lg.htm)
  - 墾丁地區寄居蟹資源之利用—1990年7月，施智德，取自：<http://web.nchu.edu.tw/~htshih/thesis/master/thesis.htm>
  - 寄居蟹資訊網 Hermit Crab Information Web，取自：<http://web.nchu.edu.tw/~htshih/hermit/hermit.htm>
  - (南部) 某寄居蟹家上萬空殼一半不能用<http://news.ltn.com.tw/news/local/paper/961788>
  - 維基百科—寄居蟹<https://zh.wikipedia.org/wiki/E5%AF%84%E5%B1%85%E2%9F%B9>
  - 陸寄居蟹研究室<http://www.toycoenobita.com/shell13.htm>
  - Pearson 統計—bellieya(2012)  
<http://bellieya.pixnet.net/blog/post/30950579-%5B%E2%95%99%E5%AD%B8%5D-%5B%E7%B5%B1%E8%A8%88%5D-pearson-%E7%9B%B8%E9%97%9C>
  - 給寄居蟹一個家<http://www.peoplenews.tw/news/edc7403c-17a3-4063-984e-2867bdc7d5fd>