

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 生物及地球科學科

第二名

031707

沒殼怎麼辦？猶豫寄居蟹(Clibanarus virescens)換殼策略之研究

學校名稱：臺北縣立林口國民中學

作者： 國三 許曉鈴 國三 曾煥義 國二 蘇星宇 國二 紀雅齡	指導老師： 鍾兆晉 許雅閔
---	---------------------

關鍵詞：猶豫寄居蟹 貝殼 換殼策略

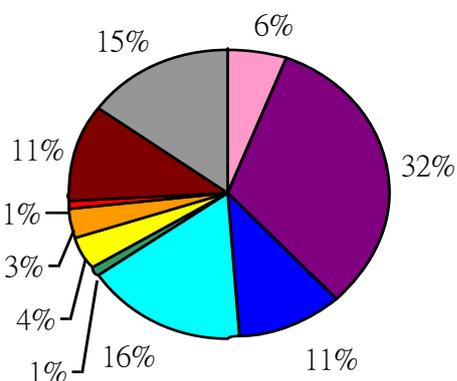
沒殼怎麼辦？猶豫寄居蟹(*Pagurus dubius*)換殼策略之研究

摘要

猶豫寄居蟹(*Pagurus dubius*) 主要分佈在溫帶及熱帶地理海邊，是臺灣北部常見的種類。本研究主要是為了探討猶豫寄居蟹(*P. dubius*)的換殼策略，我們主要以海邊環境的變化及猶豫寄居蟹(*P. dubius*)的體型來探討，探討這些變因是否為影響猶豫寄居蟹(*P. dubius*)換殼的因素，結果顯示體型 1.5 公分到 2 公分的猶豫寄居蟹(*P. dubius*)換殼機率最高，且牠們多在水深、明亮、空殼數多的條件下換殼，猶豫寄居蟹大部分會選擇比自己體長大 1.86 倍殼長的螺旋狀貝殼或螺旋狀物品居住，尤其以稜結螺為牠們的最愛。了解猶豫寄居蟹(*P. dubius*)的換殼策略，可以以此作為參考，做保護猶豫寄居蟹(*P. dubius*)族群的措施。

壹、研究動機

一天，我們去海邊郊遊，看到一些美麗的貝殼，想撿回家收藏，拿起貝殼，發現裡面竟然有寄居蟹。這時，我們注意到寄居蟹都聚集在一起，而且幾隻體型小的卻住在大殼中，聚集的寄居蟹旁還有許多螺，覺得很疑惑。回家後仔細觀察一番，看見被壓在石頭下的寄居蟹掙扎的畫面，以及牠們殼戰的情形，覺得實在是太有趣了。查詢後發現珍古德博士(Jane Goodall)提出的根與芽的活動中，有一項告訴大家不要亂撿貝殼，否則會危害到寄居蟹的生存(網站：根與芽)。我們因此做了人類在海邊從事活動的調查，發現有 32%的人都會撿貝殼，嚴重的影響寄居蟹生存。我們想到七年級下學期自然與生活科技課本第五章：形形色色生物(陳炳亨，2005)中提到，節肢動物需要換殼，決定把撿來的寄居蟹及貝殼放回海邊，順便觀察寄居蟹。查閱過圖鑑，知道我們去的海岸有許多猶豫寄居蟹(*P. dubius*)，我們發現牠們因為沒有殼而用瓶蓋或筆蓋代替，看了感到十分不忍，也對這個現象相當好奇，決定對猶豫寄居蟹(*P. dubius*)找殼的行為展開研究，希望藉由這個研究讓大家一起保護寄居蟹。



圖一、人類在海邊從事的活動(粉色：捉寄居蟹，紫色：撿貝殼，深藍色：堆沙堡，淺藍色：看夕陽，綠色：放生生物，黃色：打球，橙色：撿石頭，紅色：撿垃圾，棕色：散步，灰色：其他)。

貳、研究目的

- 一、研究猶豫寄居蟹 (*P. dubius*) 沒有殼時的行為；
- 二、探索猶豫寄居蟹 (*P. dubius*) 換殼的時機；
- 三、研究猶豫寄居蟹 (*P. dubius*) 身體和殼的大小比例關係；
- 四、觀察不同體型猶豫寄居蟹 (*P. dubius*) 的換殼機率；
- 五、探討猶豫寄居蟹 (*P. dubius*) 在不同自然環境下的換殼機率；
- 六、探討殼口方向是否影響猶豫寄居蟹 (*P. dubius*) 換殼；
- 七、研究殼形及物品與猶豫寄居蟹 (*P. dubius*) 換殼機率；
- 八、了解猶豫寄居蟹 (*P. dubius*) 聚集的原因；
- 九、研究猶豫寄居蟹 (*P. dubius*) 的換殼與耗能。

參、研究設備及器材

- 一、研究猶豫寄居蟹沒有殼時的行為：

研究猶豫寄居蟹沒有殼時的行為所使用的研究設備如下表所示。

表一：研究猶豫寄居蟹沒有殼時的行為之研究設備及器材

器材	數量	備註
猶豫寄居蟹	40 隻	
飼養箱	2 個	長：53cm，寬：42cm，高：16cm
電焊槍	1 個	溫度 210~400? 火焰：1300? (2500?)
藻類	2 株	

- 二、探索猶豫寄居蟹換殼的時機：

我們模擬寄居蟹的自然環境，設備如表二所示。

表二：探索猶豫寄居蟹換殼的時機之研究設備及器材

器材	數量	備註
猶豫寄居蟹	30 隻	
石頭	1 個	
貝殼	1 個	破損程度高於 70%
貝殼	1 個	破損程度低於 10%
飼養箱	1 個	長：53cm，寬：42cm，高：16cm

三、研究猶豫寄居蟹身體和殼的大小比例關係：

以下是測量寄居蟹身體和殼的大小與重量關係使用的器材，如表三。

表三、研究猶豫寄居蟹身體和殼的大小比例關係之研究設備及器材

器材	數量	備註
猶豫寄居蟹	30 隻	大小不同的寄居蟹
游標尺	1 把	
殼	10 個	大小不同的殼
電子秤	1 個	HILAYOKA 3KG 平底電子秤 (TL-507)

四、觀察不同體型猶豫寄居蟹的換殼機率：

用不同大小的寄居蟹探討換殼機率要用的器材如表四所示。

表四、觀察不同體型猶豫寄居蟹的換殼機率之研究設備及器材

器材	數量	備註
猶豫寄居蟹	5 隻	大小不同的寄居蟹
貝殼	5 個	大小不同的殼
石頭	10 個	

五、探討猶豫寄居蟹在不同自然環境下的換殼機率：

使用以下物品研究猶豫寄居蟹在不同自然環境下的換殼機率，如表五所示。

表五、測試寄居蟹在不同水深環境下的換殼機率之研究設備及器材

器材	數量	備註
猶豫寄居蟹	46 隻	
貝殼	30 個	
石頭	20 個	
水藻	8 株	
水	300mL	
加溫棒	1 支	規格:15W, 電壓: 110V, 耗電:0.15A, SMG530
溫度計	1 支	THERMOMETER, TM914C, -40~1200°C
飼養箱	1 個	長: 53cm, 寬: 42cm, 高: 16cm

六、探討殼口方向是否影響猶豫寄居蟹換殼：

探討殼口方向是否影響猶豫寄居蟹換殼所使用的研究器材，如表六。

表六、探討殼口方向是否影響猶豫寄居蟹換殼之研究設備及器材

器材	數量	備註
猶豫寄居蟹	15 隻	
空殼	30 個	

七、研究殼形及物品與猶豫寄居蟹換殼機率：

在海邊常見的物品及貝殼如表七所示。

表七、研究殼形及物品與猶豫寄居蟹換殼機率之研究設備及器材

器材	數量	備註
猶豫寄居蟹	40 隻	
粗吸管	1 根	全長 1cm，直徑 1cm
細吸管	1 根	全長 1cm，直徑 0.4cm
大螺帽	1 根	全長 1cm，直徑 1cm
小螺帽	1 根	全長 0.8cm，直徑 1.2cm
寶特瓶蓋	1 個	全長 1cm，直徑 2.7cm
寶特瓶蓋	1 個	全長 1cm，直徑 2.7cm
筆蓋	1 個	全長 3cm，直徑 0.8cm
牙膏蓋	1 個	全長 1.3cm，直徑 1.2cm
梭? 螺	1 個	
紅花寶螺	1 個	
花中鐘螺	1 個	
棘玉黍螺	1 個	

八、了解猶豫寄居蟹聚集的原因：

探討猶豫寄居蟹聚集的原因所使用的研究器材，如表八所示。

表八、了解猶豫寄居蟹聚集的原因之研究設備及器材：

器材	數量	備註
猶豫寄居蟹	80 隻	
螺	25 隻	
藻類	4 株	
飼養箱	2 個	長：53cm，寬：42cm，高：16cm
空殼	20 個	
尺	1 把	

九、研究猶豫寄居蟹的換殼與耗能：

研究猶豫寄居蟹的換殼與耗能所使用的研究器材，如表九所示。

表九、研究猶豫寄居蟹的換殼與耗能之研究設備及器材

器材	數量	備註
猶豫寄居蟹	40 隻	
飼養箱	2 個	長：53cm，寬：42cm，高：16cm
海水	1000mL	
空殼	20 個	
藻類	4 株	
透明玻璃片	1 張	長：60cm，寬：45cm，高：1cm

肆、研究過程及方法

一、文獻探討

(一)經查證，猶豫寄居蟹(*P. dubius*)分類地位如下：

動物界 *Kingdom Animalia*

節肢動物門 *Phylum Arthropod*

甲殼綱 *Class Crustacea*

十足目 *Order Decapoda*

寄居蟹科 *Family Paguridae*

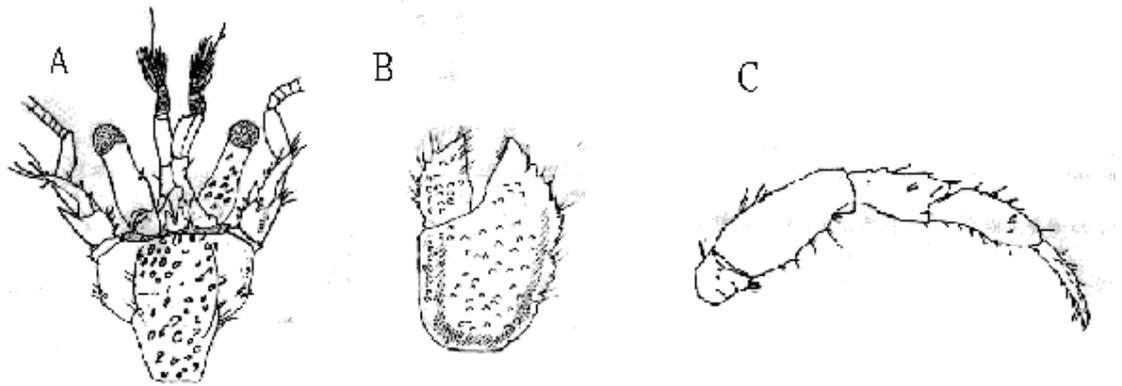
寄居蟹屬 *Genus Pagurus*

猶豫寄居蟹 *Pagurus dubius*

(林春輝，1992。網站：寄居蟹資訊網。)

(二) 猶豫寄居蟹(*P. dubius*)生物學特性：

猶豫寄居蟹(*P. dubius*)頭胸甲長約 14mm，寬約 9mm。額角甚小，末端鈍圓。第 1 觸角小，第 2 觸角鞭長。螯足右大左小，長節腹面具 1 瘤狀突起，各節背面均具棘突。頭胸部及附肢呈棕褐色，腹部色淡。分佈於東海和黃海沿岸。



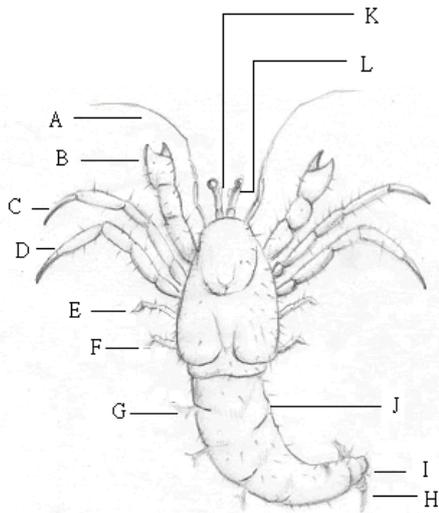
圖二、猶豫寄居蟹(*P. dubius*)的身體部位(A:頭胸部，B:螯，C:步足)。

(三) 貝殼與寄居蟹的關係：

一個合適的空殼對寄居蟹是非常重要的，空殼除了保護身體使它得以成長之外，還能夠提供寄居蟹好處：避免被捕食者捕食，爬行時能保護柔軟的腹部，避免受溫度變化、缺水、鹽度變化的影響以及保護雌性寄居蟹的卵團。另外，住過小的殼會使寄居蟹的生長受抑制；但住在過重過大的殼花費的能量會較多，行動也會比較笨拙。而當牠身體狀況不同(長大了或抱卵等)或環境改變時，原本合適的殼又變得 appropriates 了，因此它要為住處而奔波不已(網站：逐殼而居的游牧隱士—寄居蟹、Hermit Crab)。

(四) 往昔寄居蟹的行為學研究：

貝殼既然是寄居蟹的重要資源，但在自然情況下，並未發現寄居蟹會為了取得空殼而殺死活的貝類，除非是貝類受傷或無法逃走的情形才有可能。因此寄居蟹必須依賴貝類的自然死亡才能夠得到新的空殼，但是牠們會前往貝類常被捕食的地方，看看能否找到理想中的殼，尤其是住在貝殼破損得很厲害的寄居蟹，更是會前往這種地方。不過，選擇這麼做的寄居蟹被捕食者吃掉的機會也相對提高。在大多數寄居蟹可生存的海岸，可供寄居蟹使用的空殼數量都很少，所以可用的空殼對寄居蟹族群的影響是一個限制因子。大多數寄居蟹都要靠與其他同種或不同種寄居蟹的換殼才能有新的住家。通常換殼之前會有一連串的行爲，稱為殼戰，主動的寄居蟹(通常是較大隻的)抓住防禦者的殼口，使兩個殼口面對面，接著主動者利用腹部的力量將自己的殼連續猛擊對方的殼口！迫使對方讓出殼來。此時防禦者有兩種選擇，一是躲在殼中怎樣也不出來；另一個就是讓出殼，給主動者挑選，免得手腳被拉斷。如果是後面的情況，主動者會將對方的殼翻來覆去、仔細檢查，甚至住看看到底適不適合，最後主動者在兩個殼中挑選一個殼離去，在旁觀看的防禦者只好住進剩下的空殼(網站：請不要帶走我們的家、寄居蟹研究室)。寄居蟹的身體及尾節左右不對稱，腹部柔軟，利用附肢可勾住貝殼內部，使身體不易被拉出殼外。寄居蟹的螯可以取食或禦敵。雄性體型比雌性大，雌性的腹肢比雄性發達，作用為抱卵(曾榮政，2004)。



圖三、猶豫寄居蟹 (*P. dubius*) 身體構造(A:大觸角, B:螯足, C:第一步足, D:第二步足, E:第三步足, F:第四步足, G:腹肢, H:尾肢, I:尾節, J:腹部, K:眼柄, L:小觸角), 左為手繪圖, 右為近攝照片。

(五) 寄居蟹的重要性：

由於寄居蟹類屬於底棲甲殼動物且攝食沈積於底層的物質，能夠促使積存於海洋底質的廢棄物質，再次循環利用回到海洋中，對於海洋生態之維護，具有相當大的貢獻。其次，寄居蟹生物相之解明，有助於對海洋環境污染的評估。另一方面，由於國人生活寬裕，頂著螺殼緩緩爬行的寄居蟹也被選擇為休閒觀賞甲殼動物之一 (符菊永，1989)。

二、探討寄居蟹無殼時的行為與適應：

(一) 觀察寄居蟹沒有殼時的行為：根據文獻，殼是寄居蟹必備的，卻很少提到沒殼時的行為，我們針對此情形作深入探討，步驟如下：

用電焊槍接觸殼的尾端，經由導熱原理加熱，使寄居蟹離開貝殼(施習德，個人通訊詳細操作如圖四，並放入內有藻類 2 株及石頭 5 顆的飼養箱內，觀察牠是否有特殊的行為，記錄無殼狀態下，每小時移動距離及覓食次數。



圖四、用電焊槍加熱猶豫寄居蟹 (*P. dubius*) 殼頂端。

(二) 觀察無殼寄居蟹殼戰的情形：在書上找到許多殼戰的資料，我們想知道無殼寄居蟹殼戰的情形是否和有殼寄居蟹一樣，或另有其他方式。

用電焊槍使大的寄居蟹(2cm 以上)離開殼(方法如前)，放入飼養箱，再放入有殼的小隻寄居蟹(1.5cm 以下)，觀察兩隻寄居蟹殼戰的情形，錄影並說明。

三、探討寄居蟹在哪些特殊情況下會換殼：

(一)觀察寄居蟹的殼被石頭夾住時是否會換殼：資料顯示寄居蟹成長時需要不斷換殼，我們想了解寄居蟹除了身體長大會換殼，在被石頭壓這時是否也會換殼。

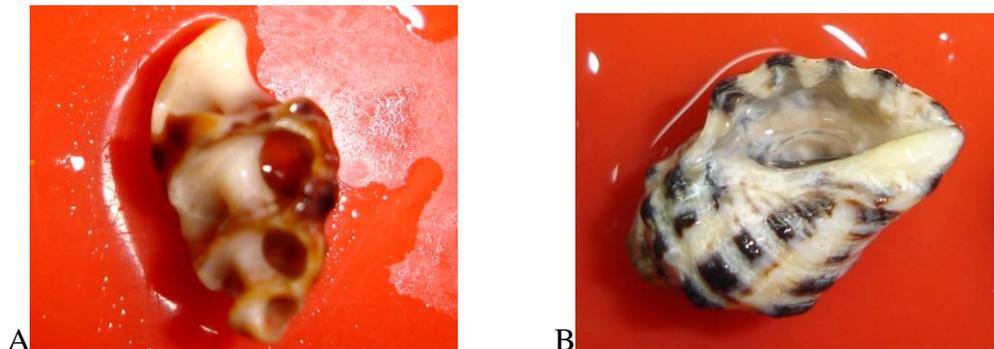
將內有寄居蟹的貝殼壓在石頭下，放入飼養箱中(如圖五)，並在寄居蟹旁放一個空殼。觀察一天內寄居蟹是否會為了離開石頭而離開舊殼，住進新殼中。重複以上步驟 15 次，以流程圖呈現結果。



圖五、被石頭壓住的猶豫寄居蟹(*P. dubius*)之實驗示意圖。

(二)探討寄居蟹的殼破損程度太高時是否會換殼：從書上知道貝殼對寄居蟹很重要，那麼當殼不完整時，我們想了解寄居蟹會有什麼反應。

將一隻寄居蟹放在飼養箱中，旁邊放一個破損程度高於 70% 的殼 (如圖六 A)。等寄居蟹換殼後，在牠旁邊放一個無破損的殼(如圖六 B)。觀察牠一天內是否會換入破損程度低於 10% 的殼。重複以上步驟 15 次，結果以圖表示。



圖六、不同破損程度的貝殼(A:破損程度高於 70%的貝殼，B:無破損的貝殼)。

四、探討寄居蟹的身體和殼的大小與重量關係：

(一)測量寄居蟹的身體和殼的大小與重量關係：在飼養過程中，觀察到有些體型小的寄居蟹住在大殼中，我們想知道牠們換殼是有殼就可以了，或是有一定標準大小。

將 30 隻大小不同的寄居蟹和牠們的殼分開(大：體長 2 公分以上，中：體長 1.5~2 公分，小：體長 1.5 公分以下)。用游標尺量寄居蟹身體和殼的長度及寬度，以電子秤秤重量。比較寄居蟹身體和殼長度、重量的關係，並列成表格。

(二)研究寄居蟹對不同大小殼的選擇：根據文獻，寄居蟹有一個適合的殼對牠很重要，我們想知道對於寄居蟹，什麼樣的殼才是適合的殼。

在一隻無殼的寄居蟹四周等距放不同大小的殼 8 個(如圖七)。觀察寄居蟹會住入哪個殼中。將寄居蟹的體長除以所選擇的殼長。重複以上步驟 20 次，結果以表格表示。



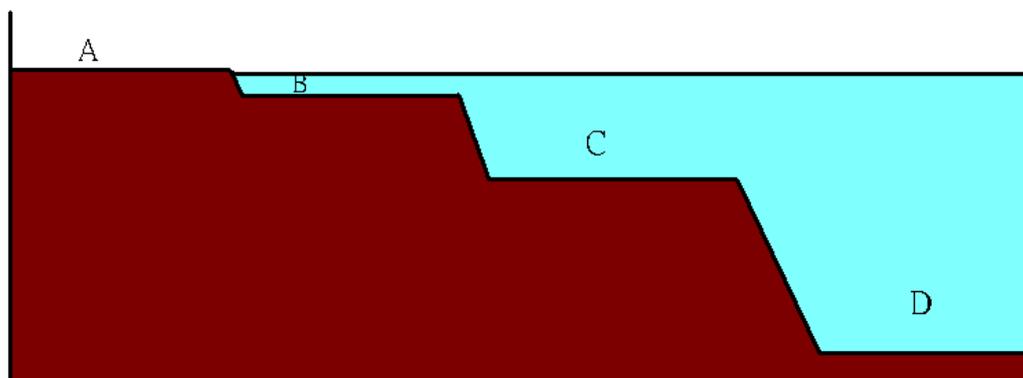
圖七、猶豫寄居蟹(*P. dubius*)及周圍大小不同的殼之實驗示意圖。

五、檢測不同大小寄居蟹的換殼機率：在飼養過程中發現 1.5~2 公分的寄居蟹較常換殼，我們想了解體型大小是否為影響寄居蟹換殼的一個因素，於是設計了以下的實驗。

將大小不同的寄居蟹放在飼養箱中(大：體長 2 公分以上，中：體長 1.5~2 公分，小：體長 1.5 公分以下)。旁邊都各放 3 個殼。統計不同體型的寄居蟹在一天內住入新殼的隻數。重複以上步驟 20 次，結果以圖表示。

六、測試寄居蟹在不同水深環境下的換殼機率：在海邊觀察後，發現寄居蟹多分佈在水深 10 公分處，認為這可能和換殼有關，便做實驗探討水深對牠換殼的影響。

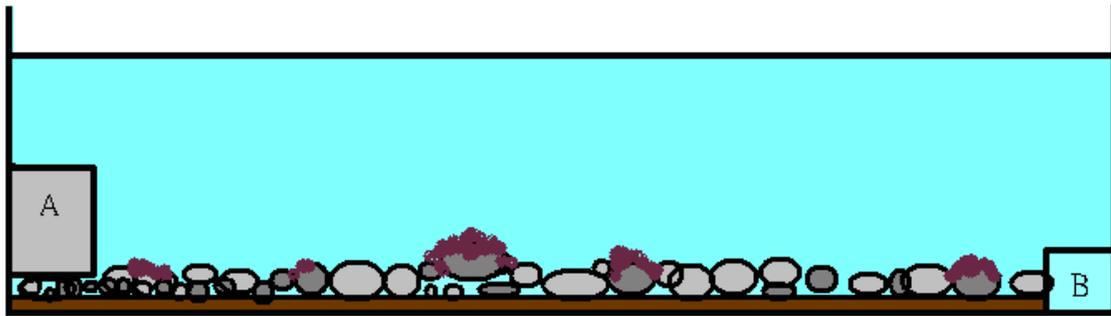
在一個飼養箱中，用石頭及沙子製造出深淺不同的區域(如圖八)，在四個區域各放 10 個空殼及 10 隻寄居蟹。觀察牠們一天內換殼時多是在哪一區域，結果以圖表示。



圖八、猶豫寄居蟹(*P. dubius*)人工養殖箱之實驗示意圖(A:無水區，B:水深 1cm，C:水深 10cm，D:水深 80cm)。

七、探討寄居蟹在不同水溫下的換殼機率：我們發現寄居蟹在溫度高處較常活動，所以我們推測寄居蟹換殼和溫度有關，便做此實驗探討。

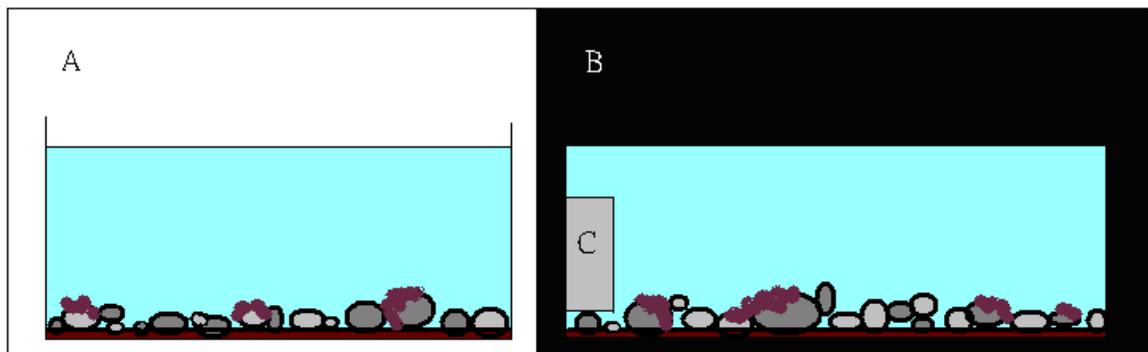
準備 1 個飼養箱，在一側放加溫棒，另一側方入加鹽的冰塊(冰:鹽=3:1)，製造溫度階梯(如圖九)。再放入 10 隻寄居蟹及 10 個空殼(均勻分佈)，觀察一天內寄居蟹在不同水溫中換殼機率。重複以上步驟 5 次，結果以圖表示。



圖九、猶豫寄居蟹(*P. dubius*)人工養殖箱之實驗示意圖(A:加溫棒，B:加鹽的冰塊。)

八、研究寄居蟹在光亮與黑暗中的換殼機率：陽光或明亮的地方，寄居蟹常活動，我們想知道光暗是否為換殼的因素之一，便做下列實驗探討。

準備 2 個飼養箱，各放有 10 隻寄居蟹。一個放在室外陽光充足處，另外一個放在暗室中，並用加溫棒將兩箱的水溫調至相同(如圖十)。在兩箱裡均勻放置 20 個空殼。觀察在一天內換殼次數，重複以上步驟 5 次，結果以圖表示。



圖十、光亮與黑暗環境中的猶豫寄居蟹(*P. dubius*)人工養殖箱之實驗示意圖(A:室外，B:室內，C:加溫棒。)

九、研究一定範圍內空殼密度大小與寄居蟹的換殼機率：根據文獻記載，貝殼對寄居蟹是很重要的，我們想了解若空殼密度高低，會不會影響換殼機率，所以便設計此實驗作深入探討。

佈置出空殼密度高(10 個/10 平方公分)和密度小(2 個/10 平方公分)的兩個環境(長:53cm，寬:42cm)。在兩飼養箱中各放入 10 隻寄居蟹。觀察其在一天內換殼機率。重複以上步驟 5 次，結果以圖表示。

十、探討殼口方向是否影響寄居蟹的選殼：我們發現寄居蟹換殼時會把殼稍作翻轉，所以我們推測殼口方向會影響寄居蟹的選殼，於是設計了以下實驗加以探討。

準備大小相同的寄居蟹 10 隻(體長 1.5 公分)及大小相同的殼 3 個(殼常 2cm)，殼口分別朝側、上、下，觀察寄居蟹會選擇哪種方向的殼。重複以上步驟 5 次，結果以圖表示。



圖十一、不同的殼口方向之實驗示意圖(左：殼口朝側，中：，殼口朝上，右：殼口朝下)。

十一、探討殼形與寄居蟹的換殼：在飼養的過程中發現寄居蟹大部分都住在稜結螺形的殼中，所以我們想了解殼形是否為影響牠換殼的一個因素。

(一)研究寄居蟹選擇的殼形與物品：每次寄居蟹換殼時，都會將殼翻轉，或以螯伸入準備換的殼中，我們認為牠是在考慮是否要選那個殼，形狀可能是考慮因素之一。準備大小相似的棘玉黍螺、花中鐘螺、紅花寶螺、稜?螺、破損程度高於70%的貝殼，及海邊常見物品：牙膏蓋、筆蓋、寶特瓶蓋、吸管(如圖十二、十三)，將以上物品等距放在無殼的寄居蟹四周。觀察寄居蟹會選擇哪種形狀的當作殼，結果以圖表示。

註：本實驗為探討寄居蟹會選擇的貝殼形狀，並非針對寄居蟹選擇哪一品種的貝殼。



圖十二、不同殼形的貝殼及海邊 圖十三、貝殼(A:紅花寶螺，B:稜結螺，C:常見物品。 花中鐘螺，D:棘玉黍螺，E:破損>70%貝殼)。

(二)測試寄居蟹會用哪些物品代替殼：根據上一個研究，我們想了解當寄居蟹沒殼可以選擇時，牠會以哪種形式的物品代替殼。

將寶特瓶蓋、牙膏蓋、筆蓋、吸管等距放在一隻無殼寄居蟹四周，觀察寄居蟹會選擇那一種物品。重複以上步驟50次。結果以圖表示。

十二、探討寄居蟹聚集的原因：

(一)研究活螺和寄居蟹分佈的關係：寄居蟹會使用螺死後的空殼，所以螺的分佈對寄居蟹會有影響，我們做實驗加以探討。

在海邊選擇任意6個1平方公尺的區域。觀察區域內活螺及寄居蟹的分佈。比較活螺及寄居蟹分佈是否有重疊。結果以卜瓦松分佈計算。

(二)觀察寄居蟹分佈是否受食物影響：食物充足的地方才能維持寄居蟹生存，我們推測這也是牠聚集原因之一。

在海邊選擇 3 個 900 平方公分的區域。觀察食物與寄居蟹分佈的關係。結果以分佈圖表示。

(三)探討密度高的寄居蟹族群是否有較高的換殼機率：在野外觀察中得知寄居蟹會聚集在一起，牠們顯然群居，但文獻資料中並沒有記載寄居蟹具有群居的特性，所以我們便設計實驗，想了解是否與換殼有關。

佈置出三個環境，分別為寄居蟹密度 10 隻/50 平方公分及 10 隻/400 平方公分及 10 隻/900 平方公分。觀察 2 天內寄居蟹的換殼次數，重複以上步驟 5 次，結果以圖表示。

(四)觀察寄居蟹和空殼的分佈關係：做完寄居蟹和活螺及食物的分佈後，我們認為食物可能不是唯一影響寄居蟹聚集的原因，因為寄居蟹在空殼數多處容易換殼，因此我們認為牠的聚集和空殼有關，便做實驗探討。

在海邊選任意 5 個 1 平方公尺的樣區，觀察每個樣區內寄居蟹及空殼的數量，檢驗牠們的分佈是否有關，結果以下瓦松分佈計算。

十三、研究單位時間內寄居蟹的行走路徑及耗能：

(一)檢測不同大小殼的寄居蟹的耗能：觀察後發現少數寄居蟹是小蟹住大殼，除了沒有殼可換這個原因之外，我們推測這和能量耗損有關，便做實驗以了解是否與我們的推測有關。

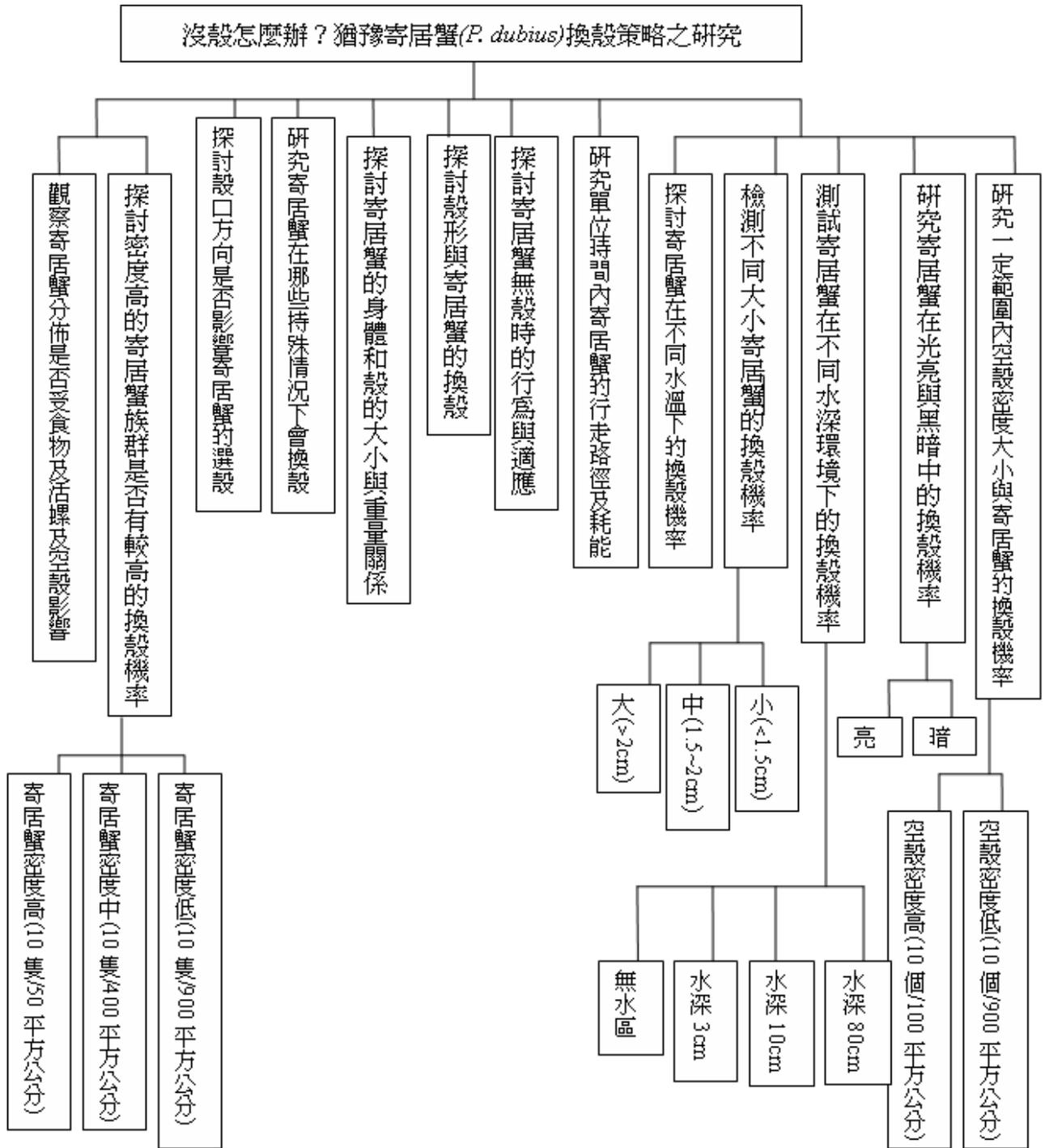
準備兩個飼養箱 A 和 B，都加入 500ml 海水，A 組是殼長：體長=1：0.5 的寄居蟹，B 組的寄居蟹殼長：體長=1：0.8。準備一張和飼養箱面積相同的紙，觀察 2 小時後內 A 和 B 兩箱，寄居蟹的行走路徑長短是否有明顯差異。比較牠們的耗能，結果以表格表示。

(二)探討寄居蟹對食物及換殼的需求：我們認為小蟹住大殼和一般的寄居蟹，可能會對食物與空殼有哪些不同的需求。

準備 2 組寄居蟹，A 組是殼長：體長=1：0.5 的寄居蟹，B 組的寄居蟹殼長：體長=1：0.8。將 2 組寄居蟹放入兩個都裝有藻類 2 株及空殼 10 個的飼養箱觀察 A 和 B 兩組寄居蟹是走向藻類還是空殼，結果以圖表示。



圖十四、探討猶豫寄居蟹(*P. dubius*)對食物及換殼的需求之實驗俯視圖(左：藻類，中：體長 1.5cm 以下，殼長 3cm 以上的猶豫寄居蟹，右：空殼 10 個)



圖十五、本研究之流程圖。

伍、研究結果

一、探討寄居蟹無殼時的行為與適應：

(一)觀察寄居蟹沒有殼時的行為：

我們發現寄居蟹無殼時，比有殼時少移動，且會將身體尾端蜷縮(如圖十六、十七)，以及將身體庇護在身邊的石頭或貝殼下。



圖十六、尾端蜷縮的猶豫寄居蟹(*P. dubius*)。圖十七、庇護在貝殼下的猶豫寄居蟹(*P. dubius*)。

(二)觀察無殼寄居蟹殼戰的情形：

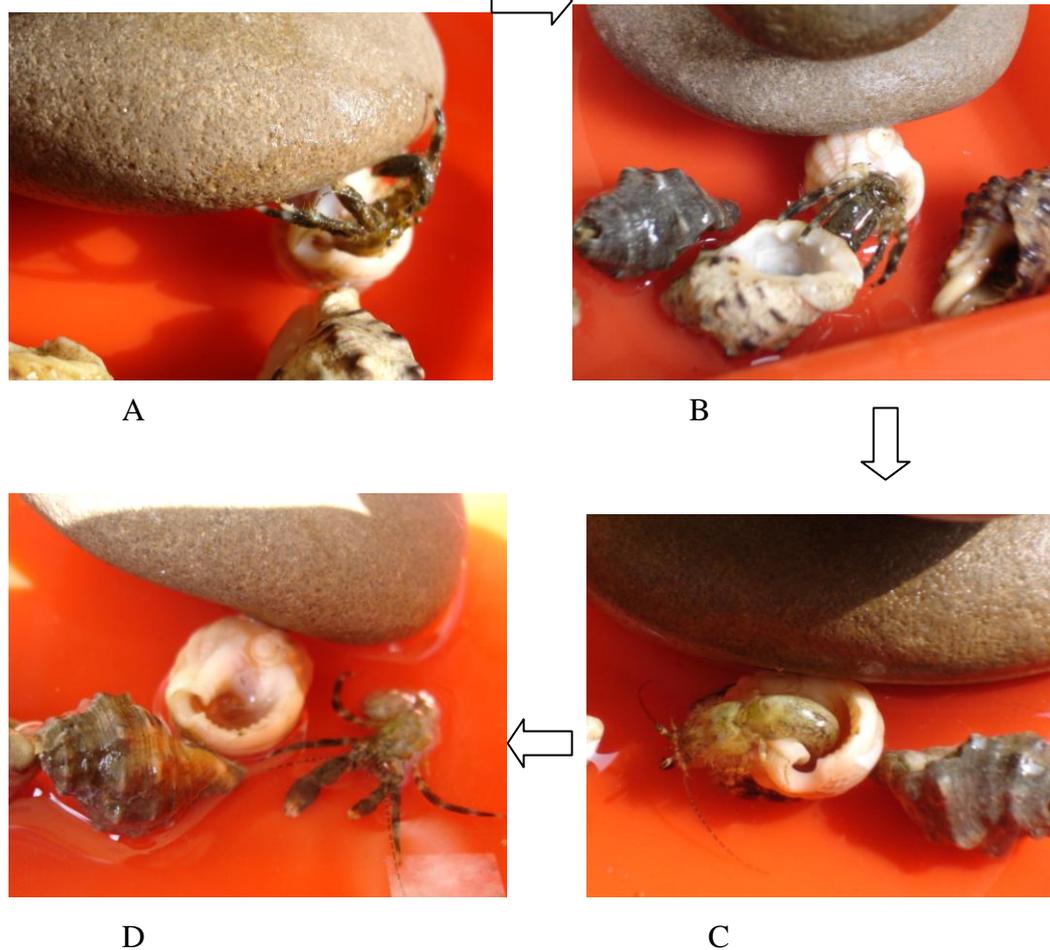
以下三個步驟是無殼寄居蟹的殼戰情形：

- 1、無殼寄居蟹先爬到要殼戰的有殼寄居蟹殼上，以所有步足將對方的殼抱緊。
- 2、爬到對方的殼口處，以步足抱緊後，用兩隻螯伸入對方的殼口深處，將對方整隻拉出。
- 3、以螯扶住殼口，尾端伸入殼中，再整隻住進去。

二、研究寄居蟹在哪些特殊情況下會換殼：

(一)觀察寄居蟹的殼被石頭夾住時是否會換殼：

我們發現寄居蟹在被石頭壓住時，大部分都會將身體抽離殼，住入新殼中。下圖為猶豫寄居蟹 (*P. dubius*) 離開舊殼之流程圖。



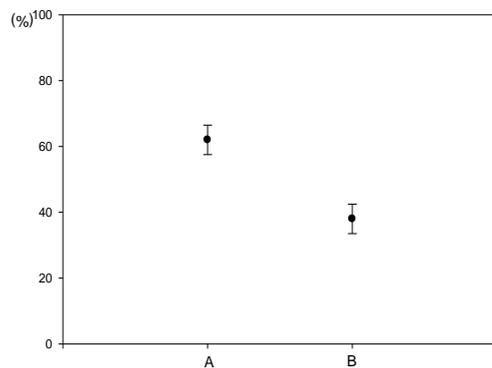
圖十八、猶豫寄居蟹 (*P. dubius*) 殼被固定時，離殼的 4 個步驟(A:移動貝殼，試著讓石頭鬆開，B:無法將石頭鬆開，便將旁邊的空殼拉近，並將殼轉一轉，C:身體前端離開殼一段時間，D:慢慢離開殼)。

(二)探討寄居蟹的殼破損程度太高時是否會換殼：

觀察後，我們發現寄居蟹在沒有其他貝殼可選擇時，會住進破損程度高於 70% 的殼中，但若還有其他無破損的殼時，牠便住進新殼中(62%)，如圖二十。



圖十九、住在破損程度高貝殼中的猶豫寄居蟹(*P. dubius*)。



圖二十、探討寄居蟹的殼破損程度高時是否會換殼之實驗結果圖(A:會換殼，B:不換殼)(百分比檢定， $P < 0.05$)。

三、探討寄居蟹的身體和殼的大小與重量關係：

(一)測量寄居蟹的身體和殼的大小與重量關係：

由下表可算出體重/殼重=0.09，體長/殼長=0.85，體寬/殼寬=0.33。

表十、寄居蟹身體和殼的大小與重量關係(n=30)。

	體長(cm)	體寬(cm)	體重(g)	殼長(cm)	殼寬(cm)	殼重(g)
Mean	2.072	0.43	0.3	2.4425	1.309	3.52
Maximum	3.18	0.62	0.5	3.72	2.22	14.1
Minimum	0.81	0.1	0.1	1.3	0.5	0.5
S.D.	±0.67	±0.14	±0.11	±0.74	±0.53	±3.97

(二)研究寄居蟹對不同大小殼的選擇：

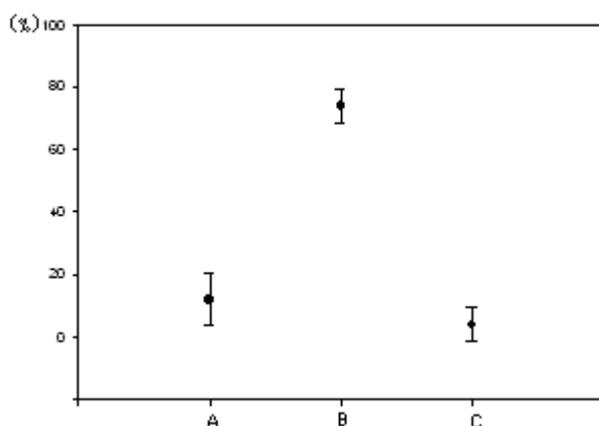
從體長/殼長，可以看出大多數寄居蟹在選殼時會依照一個固定比例，殼長：體長=0.86：1。

表十一、寄居蟹對不同大小殼的最佳選擇(n=30)。

	體長(cm)	殼長(cm)	體長/殼長(ratio)
Mean	1.70	2.16	0.86
Maximum	2.75	4.74	1.91
Minimum	0.81	1.30	0.52
S.D.	±0.53	±0.86	±0.007

四、檢測不同大小寄居蟹的換殼機率：

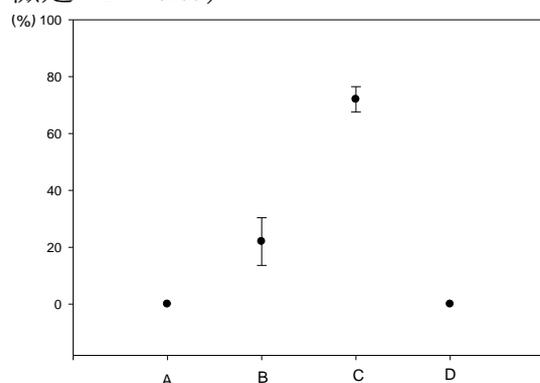
我們發現體長 1.5 到 2 公分的中等寄居蟹比體長 1.5 公分以下的小寄居蟹和 2 公分以上的大寄居蟹的都容易換殼，換殼機率為 74%，如圖二十一。(卡方檢定， $P < 0.05$)



圖二十一、不同大小寄居蟹的換殼機率之實驗結果圖(A：小寄居蟹體長 1.5cm 以下，B：中寄居蟹體長 1.5~2cm，C：大寄居蟹體長 2cm 以上)。

五、測試寄居蟹在不同水深環境下的換殼機率：

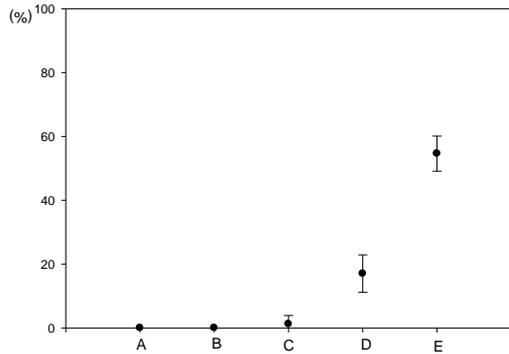
在圖二十二中，我們發現寄居蟹在水深 10cm 較容易換殼，換殼機率約 72%。(卡方檢定， $P < 0.05$)



圖二十二、寄居蟹在不同水深環境下的換殼機率之實驗結果圖(A:無水區，B:1 公分，C:10 公分，D:80 公分)。

六、探討寄居蟹在不同水溫下的換殼機率：

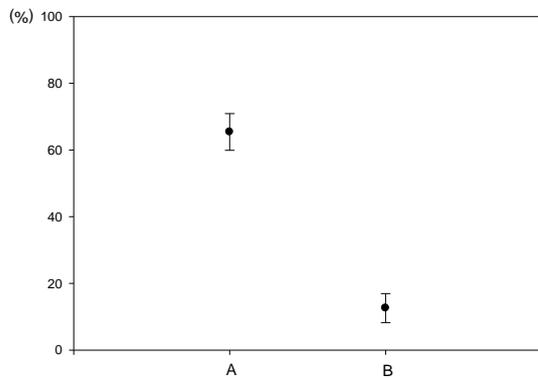
根據實驗結果顯示，寄居蟹隨著海水水溫升高而提高換殼率，最高換殼率在最高溫 24°C 時達到至 54%，如下圖所示。(卡方檢定， $P < 0.05$)



圖二十三、寄居蟹在不同溫度中的換殼機率之實驗結果圖(A:16°C，B:18°C，C:20°C，D:22°C，E:24°C)。

七、研究寄居蟹在光亮與黑暗中的換殼機率：

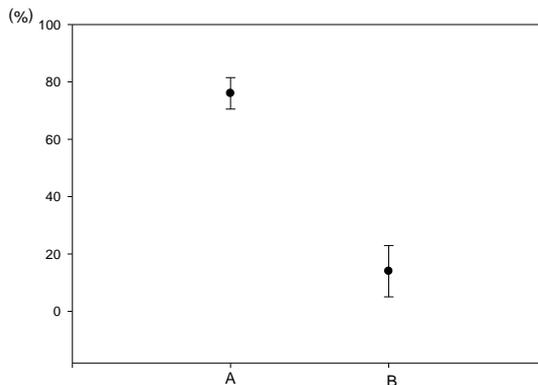
根據實驗結果顯示，寄居蟹在明亮處換殼機率高達 65%，如圖二十四所示(百分比檢定， $P < 0.05$)。



圖二十四、寄居蟹在光亮與黑暗中的換殼機率之實驗結果圖(A:亮，B:暗)。

八、研究一定範圍內空殼密度大小與寄居蟹的換殼機率：

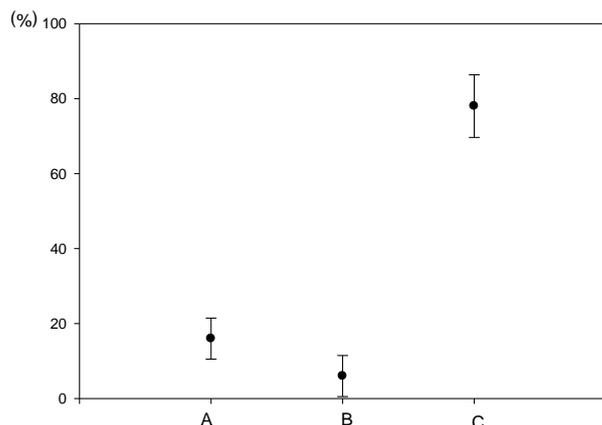
由圖二十五得知寄居蟹在空殼密度高的地方有較高的換殼機率，平均機率为 76%(百分比檢定， $P < 0.05$)。



圖二十五、空殼密度大小與寄居蟹的換殼機率之比較 (A:空殼密度高，10 個/100 平方公分，B:空殼密度低，10 個/900 平方公分)。

九、探討殼口方向是否影響寄居蟹的選殼：

從圖二十六可看出寄居蟹大部分(78%)都喜歡選擇殼口朝側(90°)的貝殼，只有少數寄居蟹選擇殼口朝下：0° (6%)和上 180° (16%)。(卡方檢定， $P < 0.05$)

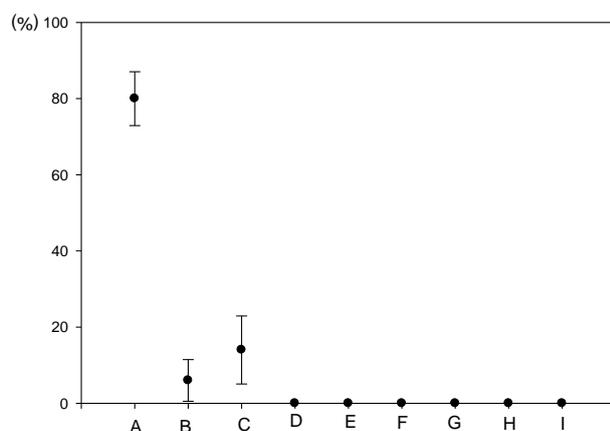


圖二十六、不同殼口方向寄居蟹的換殼機率 (A:殼口角度 180° ,B:殼口角度 0° ,C:殼口角度 90°)。

十、探討殼形與寄居蟹的換殼：

(一)研究寄居蟹選擇的殼形與物品：

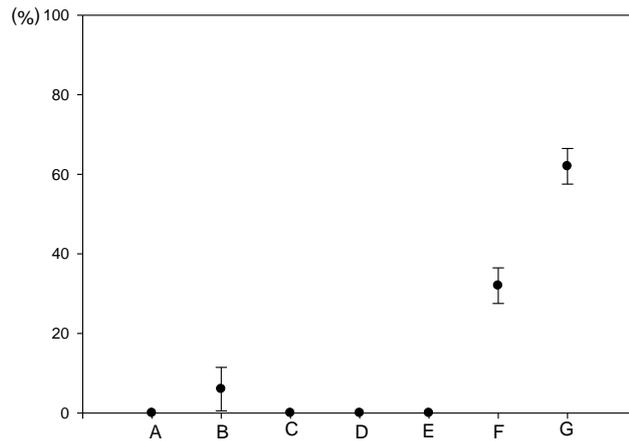
由圖二十七可知大部分寄居蟹(80%)都選擇稜結螺形狀的貝殼。(卡方檢定， $P < 0.05$)



圖二十七、寄居蟹選擇的殼與海邊常見物品之實驗結果圖(A:稜結螺，B:棘玉黍螺，C:花鐘中螺，D:紅花寶螺，E:寶特瓶蓋，F:筆蓋，G:牙膏蓋，H:吸管，I:破損程度高於 70% 的貝殼)。

(二)測試寄居蟹會用哪些物品代替殼：

發現寄居蟹在只有人造物品可以選擇時，較多會選牙膏蓋(62%)，其次是筆蓋(32%)及大螺帽(6%)，如圖二十八。(卡方檢定， $P < 0.05$)



圖二十八、寄居蟹選擇的物品之實驗結果圖(A:寶特瓶蓋，B:大螺帽，C:小螺帽，D:粗吸管，E:細吸管，F:筆蓋，G:牙膏蓋)。



圖二十九、住進牙膏蓋的猶豫寄居蟹(*P. dubius*)。



圖三十、住進筆蓋的猶豫寄居蟹(*P. dubius*)。



圖三十一、住進螺帽的猶豫寄居蟹(*P. dubius*)。

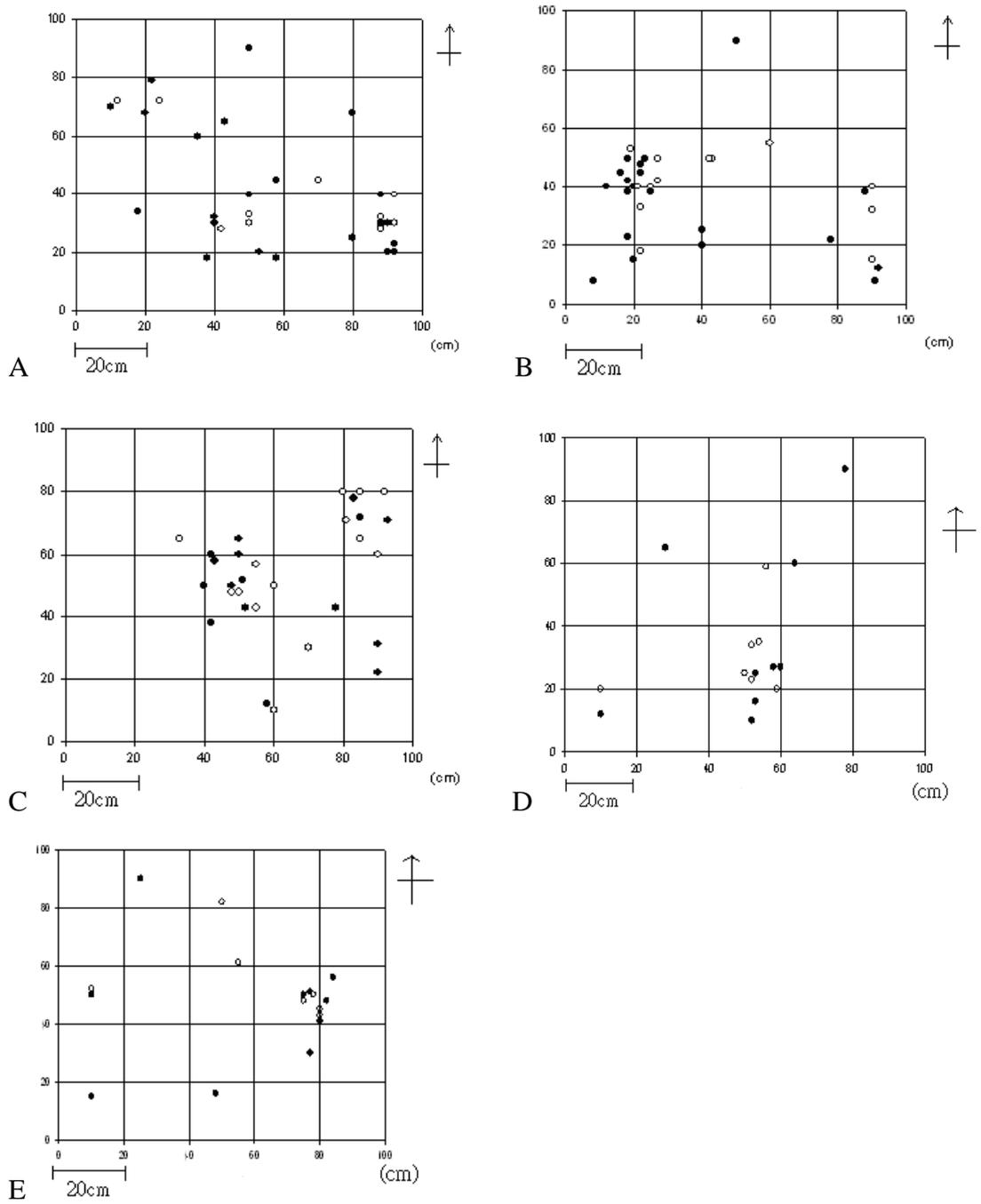


圖三十二、住進稜結螺的猶豫寄居蟹(*P. dubius*)。

十一、探討寄居蟹聚集的原因：

(一)研究活螺和寄居蟹分佈及換殼的關係：

以下 5 個圖是 5 個樣區內活螺和寄居蟹分佈及換殼的關係。



圖三十三、活螺和寄居蟹分佈圖(A:樣區 1,B:樣區 2,C:樣區 3,D:樣區 4,E:樣區 5, 黑色:猶豫寄居蟹, 白色:螺)。

每一格有寄居蟹也有螺隨機分佈的機率為 0.05，下表示我們所觀察的 5 個樣區中，格子中有螺也有寄居蟹的觀測值與期望值。

表十二、格子中有螺也有寄居蟹的觀測值與期望值

樣區	觀測值	期望值
A	0.16	0.2
B	0.2	0.25
C	0.16	0.2
D	0.08	0.06
E	0.08	0.06

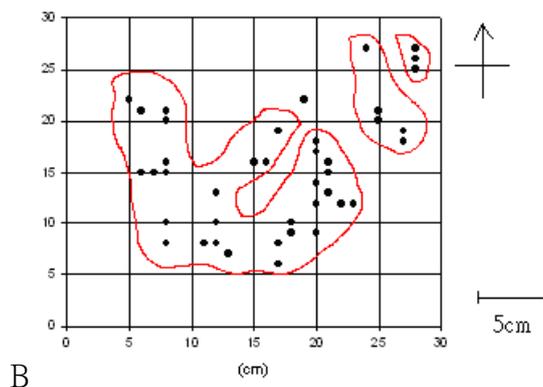
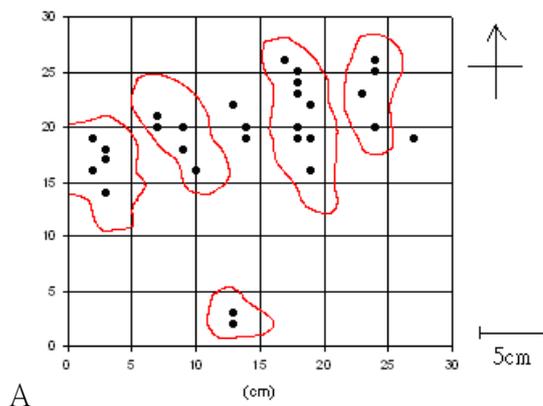
利用卜瓦松分佈原理，以實測寄居蟹和螺同時分佈與期望次數之差的平方除以期望次數即得到卡方值如下：

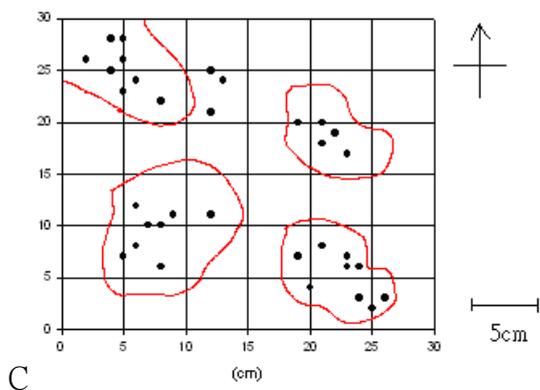
$$\chi^2_{k-1} = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

將 $k=6$ ， $O_i=0.16, 0.2, 0.16, 0.08, 0.08$ ， $E_i=0.2, 0.25, 0.2, 0.06, 0.06$ 代入， $\chi^2_{k-1}=0.04$ ，以 $df=4$ ，查表得卡方值為 0.297，所以 $P>0.05$ ，表示寄居蟹和活螺的分佈屬於常態分佈。

(二) 觀察寄居蟹分佈是否受食物影響：

根據野外 3 個樣區的調查，91% 的寄居蟹分佈在藻類生長的範圍內。

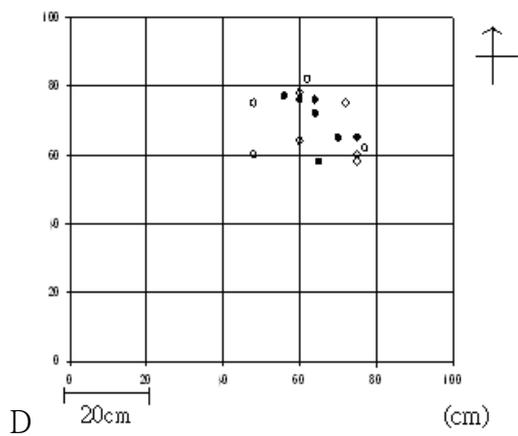
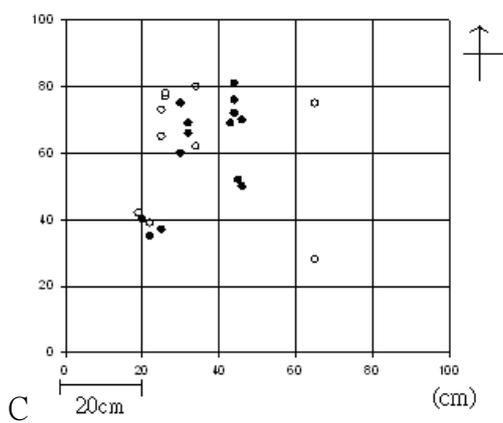
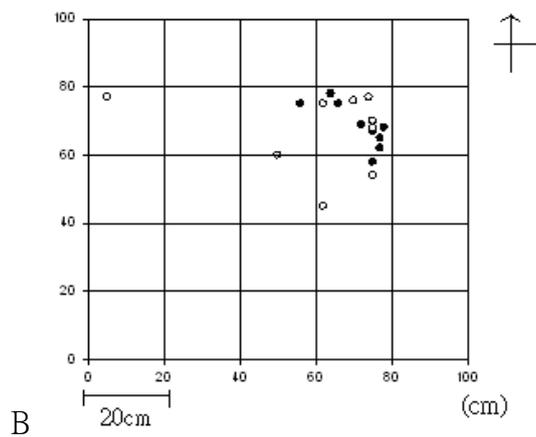
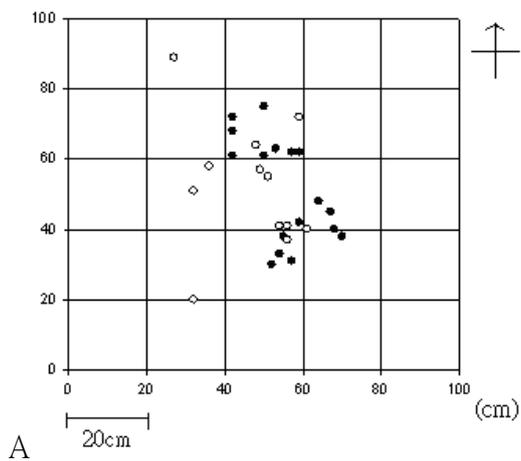


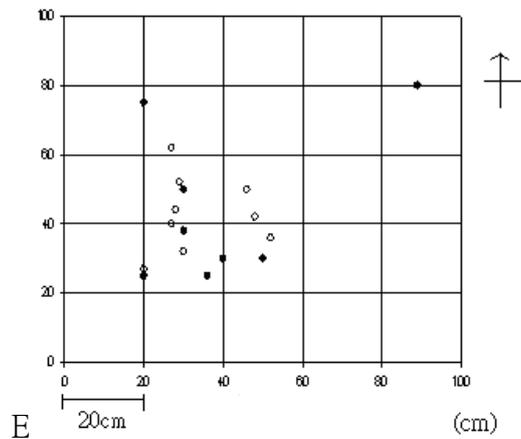


圖三十四、藻類和寄居蟹分佈圖(A:樣區 1,B:樣區 2,C:樣區 3,黑色: 猶豫寄居蟹, 紅色範圍:藻類)。

(三)觀察寄居蟹和空殼的分佈關係：

在野外觀察後，以下 5 個圖是 5 個樣區內空殼和寄居蟹分佈的關係。





圖三十五、寄居蟹和空殼的分佈。(A:樣區 1,B:樣區 2,C:樣區 3,D:樣區 4,E:樣區 5, 黑色:猶豫寄居蟹,白色:空殼)。

每格中有寄居蟹也有空殼隨機分佈的機率為0.03，下表示我們所觀察的5個樣區中，格子中有空殼也有寄居蟹的觀測值與期望值。

表十三、格子中有空殼也有寄居蟹的觀測值與期望值

樣區	觀測值	期望值
A	0.12	0.09
B	0.12	0.09
C	0.12	0.09
D	0.12	0.09
E	0.2	0.15

根據卜瓦松分佈原理，以實測寄居蟹和空殼同時分佈與期望次數之差的平方除以期望次數即得到卡方值如下：

$$X^2_{k-1} = \sum_{i=1}^k (O_i - E_i)^2 / E_i$$

將 $k=5$ ， $O_i=0.12, 0.12, 0.12, 0.12, 0.2$ ， $E_i=0.09, 0.09, 0.09, 0.09, 0.15$ ，代入， $X^2_{k-1}=0.027$ ，以 $df=4$ ，查表得卡方值為 0.297，所以 $P>0.05$ ，表示寄居蟹和空殼的分佈屬於常態分佈。

十二、研究單位時間內寄居蟹的行走路徑及耗能：

(一)檢測不同大小殼的寄居蟹的耗能：

下表是我們檢測體長與殼長不同比例的寄居蟹的行走距離。

A 組是殼長：體長=1：0.5 的寄居蟹(小蟹住大殼)。

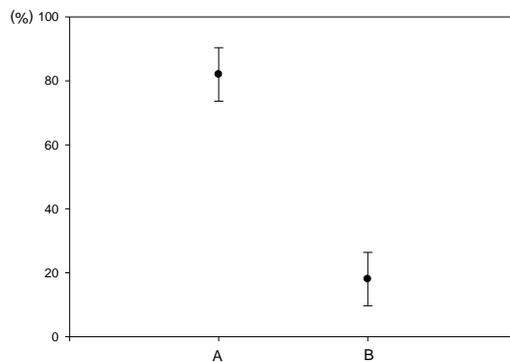
B 組是殼長：體長=1：0.8 的寄居蟹。

表十四、不同大小殼的寄居蟹的行走距離(n=6)

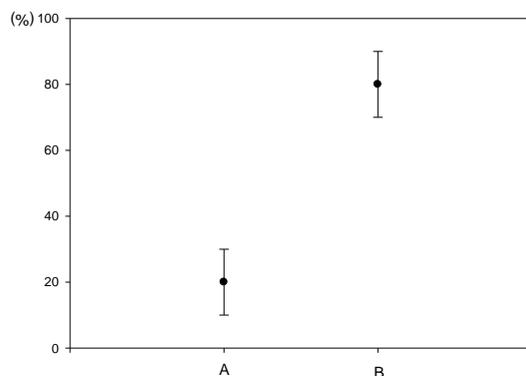
	A 組 行走距離/小時(cm)	B 組 行走距離/小時(cm)
Mean	59.5	571.25
Maximum	64	581
Minimum	55	562
S.D.	3.87	8.13941

(二)探討寄居蟹對食物及換殼的需求：

我們發現住在大殼中的小寄居蟹，大部分會選擇空殼(82%)，而正常的寄居蟹選擇食物(80%)。



圖三十六、小蟹住大殼寄居蟹對殼及食物選擇(A:空殼，B:食物)(百分比檢定， $P < 0.05$)



圖三十七、正常寄居蟹對空殼及食物的選擇(A:空殼，B:食物)(百分比檢定， $P < 0.05$)。

陸、討論

- 一、在觀察寄居蟹殼戰的過程中，發現猶豫寄居蟹(*P. dubius*)有一些行爲，首先它會以兩隻螯敲打或以殼碰撞對方，若對方還是不出來則以螯將另一方的腳剪斷，再將身體從殼中拉出，有些被攻擊時會做出反擊，很少有寄居蟹會直接讓出殼，由此可知貝殼對寄居蟹的重要。以上是有殼的猶豫寄居蟹(*P. dubius*)殼戰行爲，我們認爲牠無殼時，或許會有一些特殊的適應方法或殼戰的特別動作，便做實驗探討。
- 二、我們查到資料(金貞姬，2006。)知道寄居蟹在脫皮、殼太小、殼戰時會把殼換掉，所以我們猜想如果寄居蟹的殼連著身體被石頭或珊瑚夾住的時候，有可能會爲了不被夾住而離開原來的殼，再去找新的殼。我們還推測寄居蟹原本的殼如果太舊、太破的話，有看到新的殼也有可能換殼，爲了了解寄居蟹到底會在哪些不是平常的情況下換殼，我們決定做實驗加以探討。
- 三、觀察寄居蟹後，我們發現有些寄居蟹換殼時，特別喜歡找簡陋的殼，但住了一會兒又換成完好的殼。我們推測是因爲簡陋的殼開口較大，寄居蟹比較容易住進去，而住進去後才發現不適合，便又換殼。因此我們認爲寄居蟹若有多個選擇時，還是會選擇完整的殼，而且牠的換殼和殼口大小有關。
- 四、經過和老師的討論，我們發現一個問題，有些寄居蟹很小，卻住在很大的殼中，因爲牠們找不到適當大小的殼來換，不過小寄居蟹住在大的殼中，會變得比較笨重，行動緩慢，也就不能長距離的移動，因此只能住在食物充足的地方。我們忽然想到之前去海邊時，真的看到很多身體小小的寄居蟹聚集在藻類的附近，所以推測寄居蟹在沒有適合的殼時，會找比適合的更大的殼來住。
- 五、做完「測量寄居蟹體長和殼長的關係」這個實驗，我們發現體型並沒有很大的寄居蟹也會住在大殼中，證明寄居蟹也可能會選比適當的稍大的殼。從這個實驗，我們聯想到一個問題：不同體型大小的寄居蟹，牠們的換殼機率如何？我們認爲寄居蟹換殼的機會，會隨著體型大小的不同而有所改變，也許在某個時期的寄居蟹特別需要換殼，我們設計實驗探討。
- 六、在詢問過教授後，知道可以用電焊槍加溫使寄居蟹離開殼，而且也觀察到原本飼養箱中的水溫是偏低，在飼養箱中放入加溫棒後，水溫上升，發現寄居蟹們的換殼機率提高，經實驗後也得到相同結果，因此我們聯想到水的溫度高低是會影響寄居蟹的換殼機率。而如果水溫和換殼機率有關，那其他自然因素也有可能會影響到牠的換殼，我們認爲水溫、亮度、水深及殼數多寡皆會影響。
- 七、我們發現體型中等的寄居蟹比大和小的寄居蟹容易離開殼，可能是因爲大型的寄居蟹不太會再長大，而且體型大的寄居蟹也不會有那麼多機會找到大殼，而小的寄居蟹易被敵人捕食，且不會成長那麼快，便也不輕易換殼。
- 八、做完水深及寄居蟹換殼的實驗，我們發現寄居蟹在 10cm 處最容易換殼，也就是約漲潮初期與退潮末期。因此我們認爲在深水區，牠的整個身體都在水面下，會比較有安全感，覺得自己不易被敵人發現，而在淺水區時，身體有一半暴露在水面上，較不安全，致於無水區則因爲太乾燥，寄居蟹不容易活動，因此寧願等待海浪把牠沖到有水處再換殼。而 80cm 處不換殼是因爲海邊海水 80cm 時，多爲漲潮，若牠們在漲潮時換殼容易身體被沖走。

- 九、光量與黑暗中寄居蟹換殼機率的研究結果顯示，寄居蟹在亮的環境換殼機率較高，我們推測在亮處，寄居蟹比較有能量，活動力強，便容易換殼，另一個原因可能是在亮處寄居蟹容易看到敵人或其他生物，當牠確定沒有危險後才會換殼。在暗處的寄居蟹不知道四周有沒有獵食者，在換殼時可能會被捕食，而且暗處的寄居蟹無法準確知道殼的外形，所以較少換殼。
- 十、查過資料後(網站：Introducing the Hermit Crab)，以及去海邊觀察了寄居蟹的生長環境，我們發現寄居蟹居住的海岸，可以給寄居蟹使用的空殼數量並不多。我們認為這可能會使要換殼的寄居蟹找不到適當大小的空殼，便必須和其他寄居蟹殼戰，在殼戰的過程中，可能會死亡。我們推測寄居蟹會為了避免殼戰的死亡，所以在殼少處不輕易換殼。而在殼多處有較多選擇，換殼次數可能會較多。實驗後發現寄居蟹在空殼多的地方較容易換殼，我們認為因為殼多處有較多種類、大小的殼可以選擇。
- 十一、從殼口方向的實驗，結果顯示寄居蟹比較喜歡殼口朝側的貝殼，只有少數選殼口朝下和上，且都是體型大或中的。我們認為是因為大隻或中隻的寄居蟹力氣大，可自由選擇牠要的殼，但大部分都因方便而選殼朝側。
- 十二、做完「探討殼形與寄居蟹的換殼」，發現選擇稜結螺佔了大部分的比例。我們認為海邊常見物品都太大或太小，不適合寄居蟹。而紅花寶螺的殼口太扁，寄居蟹容易卡住，也不適合，有些寄居蟹選擇棘玉黍螺和花中鐘螺，但都不如稜結螺那麼多。我們推論寄居蟹選擇稜結螺的原因是稜結螺有螺旋狀，內部很深。而且從「測試寄居蟹會用哪些物品代替殼」中，也發現牠喜歡牙膏蓋、筆蓋和大螺帽，這些物品也都有上述特性，內部較深及螺旋狀的物品或貝殼，可幫助寄居蟹勾住身體，使自己不容易被敵人拉出殼外。
- 十三、討論後，我們認為寄居蟹在以下幾種情形會沒有殼，並用各種方法解決。當牠的身體長大卻沒有更大的貝殼可以換時，或因殼戰而失去貝殼，解決的方法有用其他物品代替，如筆蓋、牙膏蓋及螺帽，或是住在簡陋的空殼中，也有可能找其他寄居蟹殼戰，搶到新的貝殼。若附近沒有其他寄居蟹或任殼替代品，牠則會躲在石頭縫隙中，以免被攻擊，但從資料中得知寄居蟹並不會殺死螺以得到貝殼(施志昀、游祥平，1999)。
- 十四、在海邊，我們發現寄居蟹常聚集在一起。翻閱文獻後，我們知道社會性動物會共同育幼，有世代重疊和分工，但寄居蟹並沒有以上行爲，因此牠不是社會性動物。推測寄居蟹聚集的原因，可能是該處有充足的食物，或是可以減少被天敵捕食的機會，也有可能和螺的群居有關，因為等螺死後，寄居蟹可用牠留下的空殼。我們推測聚集的寄居蟹較有機會換殼，因此設計實驗探討牠聚集的原因。
- 十五、我們到海邊觀察，結果顯示寄居蟹會聚集在藻類分布較多的地方，我們認為因為藻類充足的地方，寄居蟹就可以長期生活在那裡，可以節省能量。由此我們知道牠的聚集和社會性動物無關，而食物才是牠們聚集的原因。
- 十六、由於海洋是個開放的大空間，因此在海洋中的某一區塊同時有寄居蟹和活螺分佈，或是寄居蟹和空殼分佈的情況並不多，而卜瓦松分佈就適用於這種分佈情形，結果發現寄居蟹和活螺及空殼的分佈屬於隨機分佈。
- 十七、因為時間的關係，我們無法完整的研究密度高的寄居蟹族群是否有較高的換殼機率，但我們推測牠在密度高時的換殼機率會高於密度低，因為密度高的寄居蟹族群也就有較多的貝殼，但也較易發生殼戰，所以其族群密度不能過大，否則寄居蟹會因怕被對方攻擊而不換殼。

- 十八、寄居蟹的行走路徑及耗能的研究，因為操作技術及時間上的關係，我們還沒完成，我們推論小蟹住大殼的寄居蟹比正常的寄居蟹節省能量，因牠的身體及殼的大小比例的關係，使牠很難正常移動，因此會找到空殼充足處居住，進行換殼。
- 十九、經過飼養寄居蟹時的觀察，我們發現當飼養箱中的水有稍微混濁時，寄居蟹會自動離開殼，而且在牠旁邊放置適合的空殼也不住進去，推測這可能是因水中微生物過多、溶氧量降低、PH 值改變所造成。
- 二十、我們希望可以藉由我們的研究幫助寄居蟹生存，以下是我們認為寄居蟹生存時所會遇到的危機：隨著工業發達，海洋污染日漸嚴重，海中細菌增加，也會使水生生物生病。另外是海邊的貝殼或螺殼也因人為撿拾而減少，寄居蟹也不斷被人類捕捉去販賣及飼養。從我們的實驗調查中，可看出人類在海邊從事的活動以撿貝殼為最多(32%)，所以若是能做好保育寄居蟹的活動，則很多小生物也能因而生存下來，因為寄居蟹所背負的殼是底棲生物良好的硬基質，其上有非常多的生物與之共生(符菊永，1989)。

柒、結論

在這個研究中，在實驗及查詢書籍網路資料過後，我們發現猶豫寄居蟹(*P. dubius*)沒有殼時，會與其他寄居蟹殼戰、找非貝殼物品代替、或身體蜷縮並找東西掩護。在水深、空殼密度、光亮與黑暗的實驗中，我們探討出在海水 10 公分、殼數多、明亮的環境換殼機率較高。而關於體長和猶豫寄居蟹的換殼，我們知道體長在 1.5 到 2 公分的寄居蟹及貝殼與牠的體長比例是 1:0.86 換殼機率也是較高的，而寄居蟹在找殼時會選擇殼口朝側的貝殼機率高於殼口朝下和上，在貝殼與非貝殼的物品中，牠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。

寄居蟹換殼的時機有一般情況的身體長大，還有特殊情況的被石頭壓住或殼破損程度高等，且牠們聚集在一起和食物分佈密集有關。希望藉由本研究可以使大家更了解寄居蟹，並且更重視貝殼對寄居蟹生存的重要性，一起保護寄居蟹。

捌、致謝

感謝中興大學施習德博士，在本研究中提供我們意見以及指導。

玖、參考資料

一、參考書籍：

- 任淑仙《無脊椎動物學》初版 臺灣 國立中央圖書館 p.173~174 1995。
- 林春輝《世界動物圖鑑 1》二版 臺灣 光復書局企業股份有限公司 p.42 1992。
- 沈明來《生物統計學入門》初版 臺灣 九州圖書文物有限公司 p.194~196, 361 1990。
- 金貞姬《紅色蟹蟹最神氣》初版 臺灣 風車出版事業股份有限公司 p.51 2006。
- 施志昫、游祥平《台灣的淡水蟹》初版 臺灣 國立海洋生物博物館 p.40 1999。
- 陳炳亨《國民中學一下自然與生活科技課本》初版 臺灣 翰林出版事業股份有限公司 p.80 2005。

二、參考網站：

Hermit Crab: <http://www.animalnetwork.com/critters/profiles/hermitcrab/default.asp>。

Introducing the Hermit Crab: <http://www.xs4all.nl/~pal/hermit.htm>。

根與芽：<http://www.goodall.org.tw/roots/d3.html>。

寄居蟹資訊網：<http://www.mbi.nsysu.edu.tw/~fiddler/hermit/hermit.htm>。

寄居蟹研究室：<http://twknowledge.yahoo.com/question/?qid=1206050807516>。

請不要帶走我們的家：<http://study.nmmba.gov.tw/upload/Resource/conserv0023.htm>。

爲什麼寄居蟹要背海葵：<http://study.nmmba.gov.tw/upload/Resource/conserv1225.htm>。

逐殼而居的游牧隱士－寄居蟹：<http://e-info.org.tw/topic/crab/2003/cr03091701.htm>。

三、個人通訊：

施習德，2006。

四、論文：

符菊永（1989）。台灣產寄居蟹類之研究。國立海洋大學漁業研究所碩士論文，未出版，台灣。

【評語】

031707

沒殼怎麼辦？猶豫寄居蟹(*Clibanarius*
virescens)換殼策略之研究

具有良好的研究態度與精神，分析能力待加強，試驗的處理應合理化，對於試驗之項目目的宜釐清。