

中華民國第 51 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 生物科

佳作

030309

潮汐精靈—社子島頭公園弧邊招潮蟹分布情形

學校名稱：新北市立積穗國民中學

作者： 國二 劉力衡 國二 吳晉銘 國二 鄭少弘	指導老師： 林于雄
---	------------------

關鍵詞：弧邊招潮蟹(*Uca arcuata*)、紅樹林、細螯型

潮汐精靈－社子島頭公園弧邊招潮蟹分布情形

摘要

社子島頭公園紅樹林生態系以弧邊招潮蟹為優勢物種。本研究在探討個體差異與環境對分布的影響。

弧邊招潮蟹螯型分為正常的短螯型和細長的細螯型。觀察發現評估個體大小，宜選用正相關明顯的大螯寬為輔助數據。進一步收集弧邊招潮蟹的甲寬、螯長、螯寬等資料，發展細螯型簡易測量法幫助探討個體分布。

弧邊招潮蟹左、右大螯的個體數比約 1 : 1，呈均勻分布。在紅樹林的個體分布多且密集，而體型愈大的個體分布愈廣。其中，細螯型個體密集分布於紅樹林和泥灘地較乾的溼地。垃圾多、土質含水量多、紅腳蟬分布環境的個體數較少。而其煙囪建築在紅樹林有增加的現象。

未來增加細螯型個體判斷的準確性、行為探討研究，可以做為溼地觀察、教學的教材。

壹、研究動機

以前去淡水紅樹林，只能在步道上遠遠地觀察招潮蟹，沒辦法親身下泥灘地、直接觀察招潮蟹。藉著科展的專題課程，選擇生態觀察，剛好一次滿足兩個目的：可以離開教室，出去遊玩之外；又可以親身體驗、觀察和研究。

計劃第一次出外行程時，要感謝班導師提供延平北路九段底、河堤外的紅樹林，可以觀察到很多螃蟹的寶貴資訊。於是我們就決定先去看看，也從此踏上了這趟招潮蟹觀察、研究的旅程。

路途中，一般大眾對招潮蟹的不了解，令我們印象深刻。而我們也在實地的觀察中，愈是觀察，愈是產生許多的疑問。

經過多次的觀察，發現在島頭公園紅樹林的弧邊招潮蟹體型較大、較明顯、個體數目較多，且個體形態差異——左或右大螯、細或短螯型——也讓我們感到好奇，於是在研究中搭配個體大小與周邊環境的關係，運用學過的「檢索表的製作」、「族群個體的估算」技巧，加上個體形態和分布地點的測量、定位，驗證七年級下學期第四、第五章的動物界和生態系課本知識，並探討弧邊招潮蟹的個體形態與分布間的關係。

貳、研究目的

- 一、觀察社子島頭公園的螃蟹及其它生物種類，並建立該區常見蟹類的檢索表。
- 二、探討弧邊招潮蟹雄蟹大螯足與個體之間的關係。
- 三、探討弧邊招潮蟹雄蟹的個體形態、大小與分布之間的關係，並探討雄蟹與雌蟹的關係。
- 四、探討周邊生物與環境對弧邊招潮蟹個體分布的影響。

參、研究設備及器材

- 一、野外調查：記錄紙、鉛筆、直尺、鏟子、塑膠盒、指甲油、望遠鏡、頭燈（手電筒）、數位相機（圖1）。




圖1 野外調查設備

- 二、後續分析：掃描器、電腦、統計軟體（Excel）、繪圖軟體（小畫家、PhotoImpact）。

肆、研究過程及方法

一、文獻探討：

<p>弧邊招潮蟹（圖 2）</p> <p>界：動物界 Animalia 門：節肢動物門 Arthropoda 綱：軟甲綱 Malacostraca 目：十足目 Decapoda 科：沙蟹科 Ocypodidae 屬：招潮屬 <i>Uca</i> 種：弧邊招潮蟹 <i>U. arcuata</i></p>	
<p>又稱：網紋招潮蟹 臺灣俗名：大螯先</p>	<p>圖 2 弧邊招潮蟹</p>
<p>簡介：</p> <p>大螯先可能是閩南語大管仙的音譯，表示其螯足的巨大。</p> <p>弧邊招潮是分布較北方的種類。也因為如此，牠們會進行冬眠。在臺灣，弧邊招潮生殖季節大約在 4 月末。</p>	
<p>特徵：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 背甲：<ol style="list-style-type: none">(1)常具有深色或黑白的網狀花紋，紋路變化非常大，體色多變。(2)背甲前寬後窄，前緣幾乎平直，前側緣長，背側緣明顯，背甲平滑。甲長及甲寬每隻都不盡相同。(3)眼窩上緣為粒狀物構成之稜，下緣由鋸齒構成。(4)背甲腹面有短毛。(5)生殖肢稍彎向背方，末端圓鈍；前端凸緣退化，後端凸緣大；指突貼於生殖肢末端。2. 大螯：<ol style="list-style-type: none">(1)雄性大螯掌節常呈橘色或橘紅色，較年輕的個體則為紅色。(2)大螯掌節外面有大型突瘤(粒狀物)構成的粗糙面。(3)若兩指尖接著，中間通常留有兩個大空隙。(4)兩指外側各有一條長溝槽。掌節內面有略平行的瘤粒狀列。(5)腕節上面粗糙，和掌節接觸的關節部分有短毛列。3. 步足：由內和外呈紅色至灰綠色	
<p>其它：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 大螯足因為打鬥或被捕食等而斷落，再生的螯足會跟原來的有所差別，因此學者 Crane 把大螯分為正常螯型的「短螯型」(Brachychelous)和大螯細長的「細螯型」(Lepochelous)。(施習德，1994，p13)2. 招潮蟹的雄體成蟹並無變螯現象！不會在大螯自割後，再生成小螯；而原來的小螯變成大螯。(李榮祥，2001，p50)	

二、島頭公園位置與潮間帶地形：

社子島延平北路九段底、河堤外的島頭公園（圖 3、4）潮間帶（圖 5）有成片的紅樹林，在退潮時可以親身下溼地觀察（圖 6）。



圖 3 島頭公園的地理位置：● 536、紅 10 公車總站
● 島頭公園人行步道的觀景臺
□ 觀察、實驗地點



圖 4 島頭公園人行步道上往河道的景觀



圖 5 觀察、實驗地點漲潮時景象



圖 6 觀察、實驗地點退潮時全景

潮間帶地形分爲 5 種：碎石地上（圖 7）碎石、垃圾非常多，螃蟹分布在後面的沙質地（圖 8）、泥沙混合地（圖 9）、紅樹林區（圖 10），和低潮線的泥灘地（圖 11）。



圖 7 碎石地



圖 8 砂質地



圖 9 泥沙混合地



圖 10 紅樹林區



圖 11 泥灘地

- 說明：1.岸邊下來的碎石地，土質硬，垃圾多，髒亂，沒有弧邊招潮蟹的分布；而靠近岸邊的砂質地，水分較少、較硬，有少數的弧邊招潮蟹分布，但因土質太硬，不好捕捉。
- 2.泥沙混合地土質水分多且軟，踩下去會稍微下陷，此區弧邊招潮蟹的分布開始變多。靠近紅樹林的地區，個體分布多且密集。
- 3.紅樹林區水分多、泥地軟，多為樹遮蔽。弧邊招潮蟹的雌蟹、小型個體數量很多。
- 4.泥灘地水分多，土地很軟，腳踩下去會陷到小腿。有波浪型的起伏，所以有間隔式的乾濕。到泥灘地後面起伏大，變成土丘和水坑，弧邊招潮蟹多在較無積水的土丘上。到較遠的河岸線時，螃蟹會逐漸減少，到河岸線，就幾乎沒有螃蟹分布。

三、實驗一：調查社子島頭公園的蟹類及其它生物種類

(一) 在對弧邊招潮蟹的分布進行調查前，先調查該區蟹類及其它生物種類的豐富度。

(二) 建立蟹類及其它物種名錄：

選擇早晨至下午（10/3、10/31、11/7、12/12、12/26、1/2）的退潮時間，以大眾交通工具至島頭公園，在潮間帶觀察蟹類及其它生物種類、拍照紀錄，並比對相關書籍及網路資料，建立該區物種名錄，留待實驗七探討與弧邊招潮蟹的互動關係。

四、實驗二、實驗三與實驗四：

(一) 形態觀察：弧邊招潮蟹雄蟹的螯足不等大！大螯足用來吸引雌蟹；小螯足用來進食。

進行分布調查前，先釐清弧邊招潮蟹大螯與個體的形態特徵。

1. 弧邊招潮蟹雄蟹的身體構造（圖 12）：

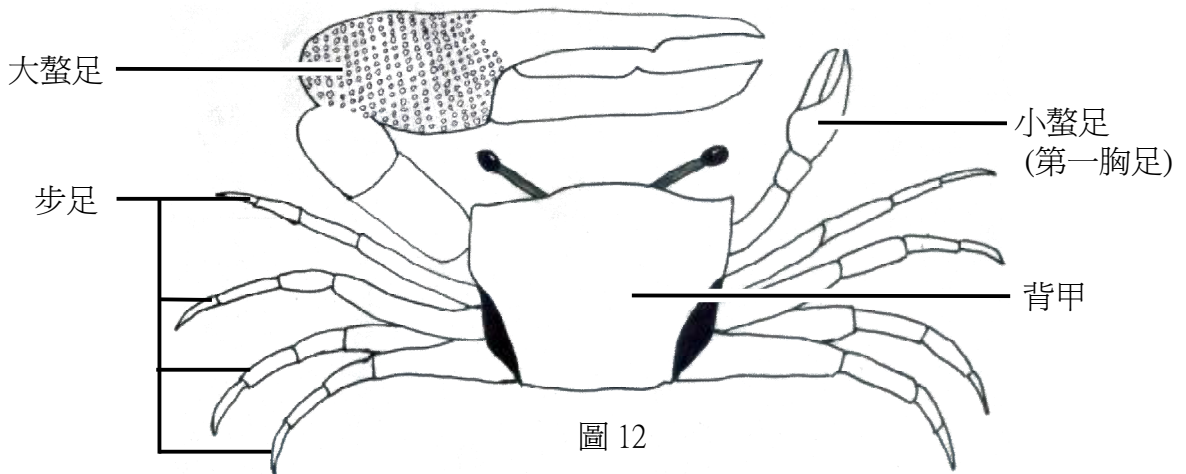


圖 12

(二) 實驗二：在 1/2 進行前置實驗，調查個體與大螯是否有關係。

1. 以背甲寬代表個體的大小，大螯長與掌節的寬代表大螯的大小。

(1) 背甲寬：背甲最寬的距離(個體大小)。(圖 13)

(2) 大螯長：大螯的不動指加掌節的長度。(圖 14)

(3) 大螯寬：大螯掌節的最寬長度。(圖 14)

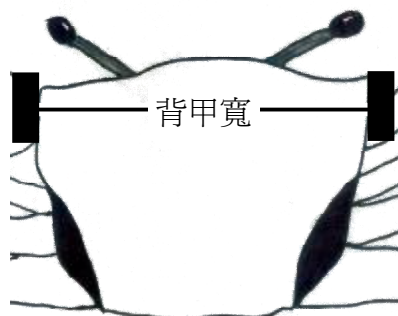


圖 13

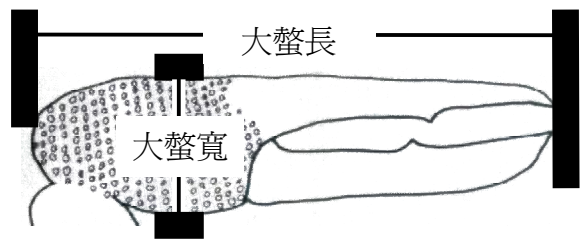


圖 14

2. 在島頭公園捕捉並測量、紀錄弧邊招潮蟹雄蟹背甲寬、大螯長和大螯寬的數據。

3. 以 Excel 做圖討論三者的關係。

(三) 實驗三與實驗四：在 2/27、2/28、3/14 進行調查，歸納雄蟹個體形態、大小與分布關係的規律。

1. 利用地形調查繪製島頭公園潮間帶的地形圖，並以 excel 製作弧邊招潮蟹個體的調查表格。
2. 在島頭公園捕捉弧邊招潮蟹雄蟹，並記錄潮間帶地形中相對的捕捉位置，加以拍照。
3. 測量、紀錄弧邊招潮蟹雄蟹捕捉位置、個體的背甲特徵（有、無網紋）、大螯位置（左、右大螯）、背甲寬、大螯長和大螯寬數據。
4. 在 2/27 用指甲油標記，2/28 捕捉，運用捉放法預估及分析所需捕捉到的個體數量。
5. 數據以 excel 將個體依背甲寬分類進行分析。
6. 由分析得到的個體資料規律，發展細螯型個體簡易測量法。
7. 分析雄蟹背甲寬（ $< 2\text{ cm}$ 、 $2.0\sim 2.4\text{ cm}$ 、 $2.5\sim 2.9\text{ cm}$ 及 $> 3.0\text{ cm}$ ）、大螯位置（左、右大螯）、螯型（細、短螯型）的規律。
8. 由照片歸納細螯型雄蟹的特徵，並探討細螯型個體簡易測量法可改進的地方。
9. 將手寫的捕捉位置掃描成電腦影像，運用電腦將記錄圖以背甲寬類別替換顏色、形狀標記作成弧邊招潮蟹雄蟹分布圖。
10. 將三天的弧邊招潮蟹的雄蟹分布圖以電腦繪圖軟體疊圖後，探討分布的規律。

五、實驗五與實驗六：在 5/8、5/22 調查、探討雄蟹與雌蟹的關係；在 6/5、6/6 進行捉放法估計潮間帶的弧邊招潮蟹族群大小與密度分布，並分析個體與分布間的關係。

1. 在 5/8 測量、紀錄弧邊招潮蟹「雄性幼蟹與雌蟹」捕捉位置、個體的背甲特徵（有、無網紋）、大螯位置（左、右大螯）、背甲寬、大螯長和大螯寬數據。
2. 加入先前實驗結論來綜合分析雄蟹與雌蟹的關係。
3. 5/22 在遠離和靠近高潮線的泥灘地，觀察弧邊招潮蟹形態關係，並探討與個體分布的關係。
4. 修正捉放法雄性幼蟹與雌蟹不易捕捉的缺點：在 6/5 用指甲油標記，6/6 利用望遠鏡或眼睛觀察被標記個體的分布，計算、分析潮間帶的弧邊招潮蟹族群大小與密度分布。

六、實驗七：探討周邊生物與環境對弧邊招潮蟹個體分布的影響。

1. 10/3、10/31、11/7、12/12、12/26、1/2、2/27、2/28、3/14、5/8、5/22、6/5、6/6 在社子島頭公園的紅樹林觀察弧邊招潮蟹的分布情形，並拍照記錄。
2. 探討周邊生物與環境對弧邊招潮蟹個體分布的影響。

伍、研究結果

一、實驗一：調查社子島頭公園蟹類及其它生物物種

(一) 島頭公園潮間帶常見蟹類檢索表

1. 左、右螯足不等大。
 2. 大螯掌節呈白色……………清白招潮蟹(*Uca lactea*)
 2. 大螯掌節非呈白色
 3. 體色從內到外為藍褐色至白色……………臺灣招潮蟹(*Uca formosensis*)
 3. 體色不帶藍色
 4. 大螯掌節橘紅色至紅色……………弧邊招潮蟹(*Uca arcuata*)
 4. 大螯掌節非紅色
 5. 大螯不動指有溝槽……………北方呼喚招潮蟹(*Uca borealis*)
 5. 大螯不動指末端凸起……………糾結清白招潮蟹(*Uca perplexa*)
 1. 左、右螯足等大。
 2. 背甲寬 > 10cm，橢圓形……………紅腳蟳(*Scylla olivacea*)
 2. 背甲寬 < 10cm，方形
 3. 個體較大，呈灰色到墨綠色……………臺灣厚蟹(*Helice formosensis*)
 3. 個體較小，胸足有班紋或呈紅色
 4. 眼柄細長……………萬歲大眼蟹(*Macrophthalmus banzai*)
 4. 眼柄粗短
 5. 背甲有毛……………秀麗長方蟹(*Metaplax elegans*)
 5. 胸足有毛
 6. 螯足有絨毛……………絨毛近方蟹(*Hemigrapsus penicillatus*)
 6. 步足有毛……………神妙擬相手蟹(*Parasesarma pictum*)

(二) 島頭公園潮間帶觀察、記錄到的螃蟹種類

1. 沙蟹科

調查到招潮蟹屬 5 種：弧邊招潮蟹(*Uca arcuata*)、北方呼喚招潮蟹(*Uca borealis*)、臺灣招潮蟹(*Uca formosensis*)、清白招潮蟹(*Uca lactea*)、糾結清白招潮蟹(*Uca perplexa*)；大眼蟹屬 1 種：萬歲大眼蟹(*Macrophthalmus banzai*)。

表 1 沙蟹科的物種

	
弧邊招潮蟹(<i>Uca arcuata</i>) 背上有黑白網狀條紋，又稱網紋招潮蟹，大螯紅色，為紅樹林的優勢物種。	北方呼喚招潮蟹(<i>Uca borealis</i>) 大螯不動指有明顯的深溝，呈橙黃色到橘色，分布在近河道較軟的泥灘地。

	
<p>臺灣招潮蟹(<i>Uca formosensis</i>) 體色從內到外為藍褐色至白色，和清白招潮蟹共域，數量少，難發現。</p>	<p>清白招潮蟹(<i>Uca lactea</i>) 體色淡、無花紋，大螯白色，分布在靠岸沙質地，與糾結清白招潮蟹共域。</p>
	
<p>糾結清白招潮蟹(<i>Uca perplexa</i>) 似清白招潮蟹，但背有明顯黑白條紋，不動指末端凸起，分布在靠岸沙質地。</p>	<p>萬歲大眼蟹(<i>Macrophthalmus banzai</i>) 身體寬眼睛細長，兩個等大的螯足細長向內、向下彎曲呈匙狀，生活在水較多較軟的泥地。</p>

2. 方蟹科

調查到擬相手蟹屬、長方蟹屬、厚蟹屬和近方蟹屬各 1 種：神妙擬相手蟹 (*Parasesarma pictum*)、秀麗長方蟹 (*Metaplax elegans*)、臺灣厚蟹 (*Helice formosensis*)，和絨毛近方蟹 (*Hemigrapsus penicillatus*)。

表 2 方蟹科的物種

	
<p>神妙擬相手蟹(<i>Parasesarma pictum</i>) 大螯呈淡紅色，步足有毛囊，生活在岩石堆中，不挖洞，行動迅速。</p>	<p>秀麗長方蟹(<i>Metaplax elegans</i>) 外型似萬歲大眼蟹，但眼睛較粗短，生活在較軟的泥灘地。</p>



臺灣厚蟹(*Helice formosensis*)

體色呈灰色至墨綠色，大螯粗壯有力、兇狠！會捕捉同類和其它螃蟹，全泥灘地都有分布，數量極多。



絨毛近方蟹(*Hemigrapsus penicillatus*)

雌雄個體差異大，螯上有絨毛，第四步足向後彎曲貼近地面，向O型腿，分布於岸邊沙質地的石頭下。

3.梭子蟹科

調查到青蟬屬 1 種：紅腳蟬(*Scylla olivacea*) (圖 15)



圖 15 紅腳蟬(*Scylla olivacea*)

體型大、背甲橢圓形，大螯呈紅色，第四步足特化成泳足。分布在泥灘地低窪、水坑斜坡。

(三) 島頭公園潮間帶觀察、記錄到的其它生物種類

表 3 潮間帶的其它生物種類



水筆仔(*Kandelia candel*)



小白鷺(*Egretta garzetta*)



蒼鷺(*Ardea cinerea*)



斑點鷓(*Turdus raumanni*)



灰鵲鴿(*Motacilla cinerea*)



喜鵲(*Pica pica*)



麻雀(*Passer montanus*)



彈塗魚(*Periophthalmus cantonensis*)



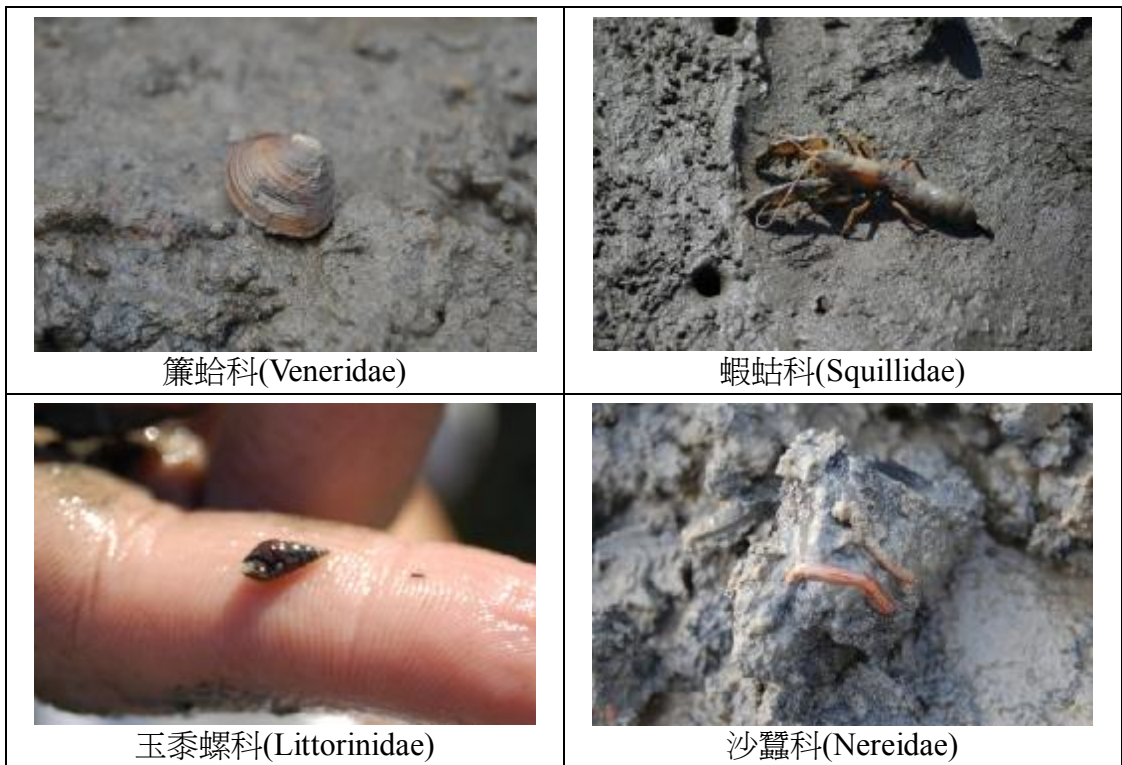
鬚鬚鯰魚，俗稱土虱(*Clarias fuscus*)



花身雞魚(*Terapon jarbua*)



斑龜(*Ocadia sinensis*)



二、實驗二：前置實驗探討弧邊招潮蟹的形態關係

(一) 弧邊招潮蟹的形態特徵

1. 背甲



圖 16 幼體背甲的網狀花紋



圖 17 成體背甲的斑紋

2. 螯足



圖 18 雌蟹等大的雙螯



圖 19 雄蟹的大螯

(二) 弧邊招潮蟹雄蟹大螯長、大螯寬和背甲寬的關係

1. 背甲寬和大螯寬的趨勢線關係 (圖 20) 為：
(1) 背甲寬越大，大螯寬跟著越大。
(2) 兩條趨勢線接近平行。

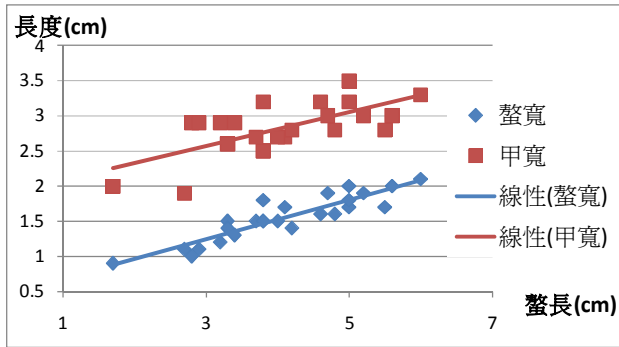


圖 20 以大螯長當個體編號(x 軸)，比較個體大螯寬和背甲寬的關係(y 軸)

2. 背甲寬和大螯長的趨勢線關係 (圖 21) 為：
(1) 背甲寬越大，大螯長跟著越大。
(2) 兩條趨勢線出現交錯的現象。

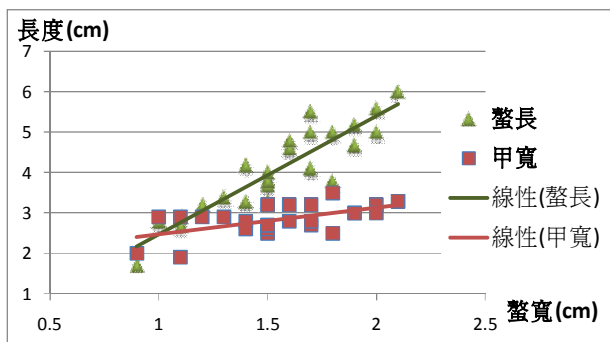


圖 21 以大螯寬當個體編號(x 軸)，比較個體大螯長和背甲寬的關係(y 軸)

3. 由圖 20、21 可知個體大小和大螯寬的正相關較為明顯。

三、實驗三：進一步探討弧邊招潮蟹雄蟹的個體形態、大小的規律

2/27、2/28、3/14 調查到的雄蟹個體數為 119 隻，分析有完整資料的 116 筆數據資料。選用背甲寬（個體大小）為基準，以 0.5 公分為單位，過小的個體併入第一組（< 2 cm），分為四組：< 2 cm、2.0~2.4 cm、2.5~2.9 cm 及 > 3.0 cm。

整理大螯寬／背甲寬、大螯長／背甲寬、大螯長／大螯寬的數據，發現四組的個體數據與平均值在大螯寬／背甲寬的差距最小，個體數據多在平均值 ± 0.2 的範圍內。

(一) 數據整理（文字說明下括弧為平均值）

表 4 以背甲寬為分組基準，探討背甲寬、大螯寬與大螯長的關係

背甲寬 < 2 cm			背甲寬 2.0~2.4 cm		
大螯寬/ 背甲寬 (平均 0.41)	大螯長/ 背甲寬 (平均 0.97)	大螯長/ 大螯寬 (平均 2.35)	大螯寬/ 背甲寬 (平均 0.50)	大螯長/ 背甲寬 (平均 1.21)	大螯長/ 大螯寬 (平均 2.42)
0.33	0.67	2.00	0.50	1.25	2.50
0.36	0.73	2.00	0.60*	1.50*	2.50*
0.29	0.71	2.50	0.48*	1.76*	3.70*
0.67*	1.67*	2.50*	0.57*	1.87*	3.31*
0.47	1.00	2.11	0.48	0.95	2.00

背甲寬 2.5~2.9 cm			背甲寬 > 3.0 cm		
大螯寬/ 背甲寬 (平均 0.55)	大螯長/ 背甲寬 (平均 1.37)	大螯長/ 大螯寬 (平均 2.53)	大螯寬/ 背甲寬 (平均 0.59)	大螯長/ 背甲寬 (平均 1.61)	大螯長/ 大螯寬 (平均 2.72)
0.48	1.16	2.42	0.57	1.63	2.88
0.54*	1.62*	3.00*	0.67*	1.83*	2.75*
0.30**	0.78**	2.63**	0.57*	1.80*	3.18*
0.63*	1.81*	2.88*	0.60*	1.83*	3.06*
0.68*	1.79*	2.63*	0.63*	1.87*	2.95*
0.71*	1.61*	2.25*	0.31**	0.81**	2.60**
0.64*	1.61*	2.50*	0.66*	1.91*	2.90*
0.64*	1.75*	2.72*	0.63*	1.84*	2.95*
0.59*	1.66*	2.82*	0.67*	1.82*	2.73*
0.52	1.55	3.00	0.56*	1.88*	3.37*
0.52	1.38	2.67	0.65	1.65	2.55

(二) 數據說明

1. 大螯寬相對於大螯長對於評估背甲寬（個體大小）有較高的準確性，大螯寬／背甲寬的各組個體數據和平均值的差距在 ± 0.2 之內。
除了兩個例外：< 2 cm 組有一個**紅色***個體大螯寬／背甲寬為 0.67（平均值為 0.41）、> 3.0 cm 組有一個**紫色****個體大螯寬／背甲寬為 0.31（平均值為 0.59）。
2. 隨著個體的成長，大螯寬／背甲寬比值的平均值也會越來越大，往下一個組別，平均值變大的差距皆在 0.1 之內；而大螯長／背甲寬或大螯長／大螯寬比值的平均值、各類別平均值差距則變動幅度較大。
3. 大螯寬／背甲寬個體數據和平均值的差距在 ± 0.2 之內，而在大螯長／背甲寬個體數據和平均值的差距在 ± 0.2 之內也涵蓋了多數的個體。

提出細螯型簡易測量法：

將「大螯長／背甲寬」差距超過 0.2 的個體為細螯型個體(數據整理標示為紅色*部份)，可把 114 筆數據(去除紫色**的個體)簡單區分為 95 隻短螯型個體與 19 隻細螯型個體，短螯型：細螯型個體比例為 5:1。

4.數據整理標示為紫色**的個體留待討論。

(三) 利用照片歸納細螯型雄蟹的特徵

1.多數弧邊招潮蟹為短螯型個體，部份為大螯明顯細長的細螯型個體——如圖 22 左上角圈選的個體。



圖 22 左上角圈選為細螯型個體

2.細螯型與短螯型個體比較

表 5 細螯型與短螯型個體比較

	大螯	不動指	不動指與可動指
細螯型	細長，鋸齒無或不明顯	中間沒有明顯突瘤	從掌節到指節末端的粗細差不多，末端上下無法完全密合
短螯型	粗短，鋸齒明顯	中間有明顯突瘤	從掌節到指節的粗細為由粗到細，末端上下可以密合



圖 23 照片上排為細螯型個體，下排為短螯型個體

四、實驗四：歸納弧邊招潮蟹雄蟹個體形態、大小與分布關係的規律

(二) 弧邊招潮蟹雄蟹的分布疊圖

1. 個體大小的分布疊圖 (圖 24)

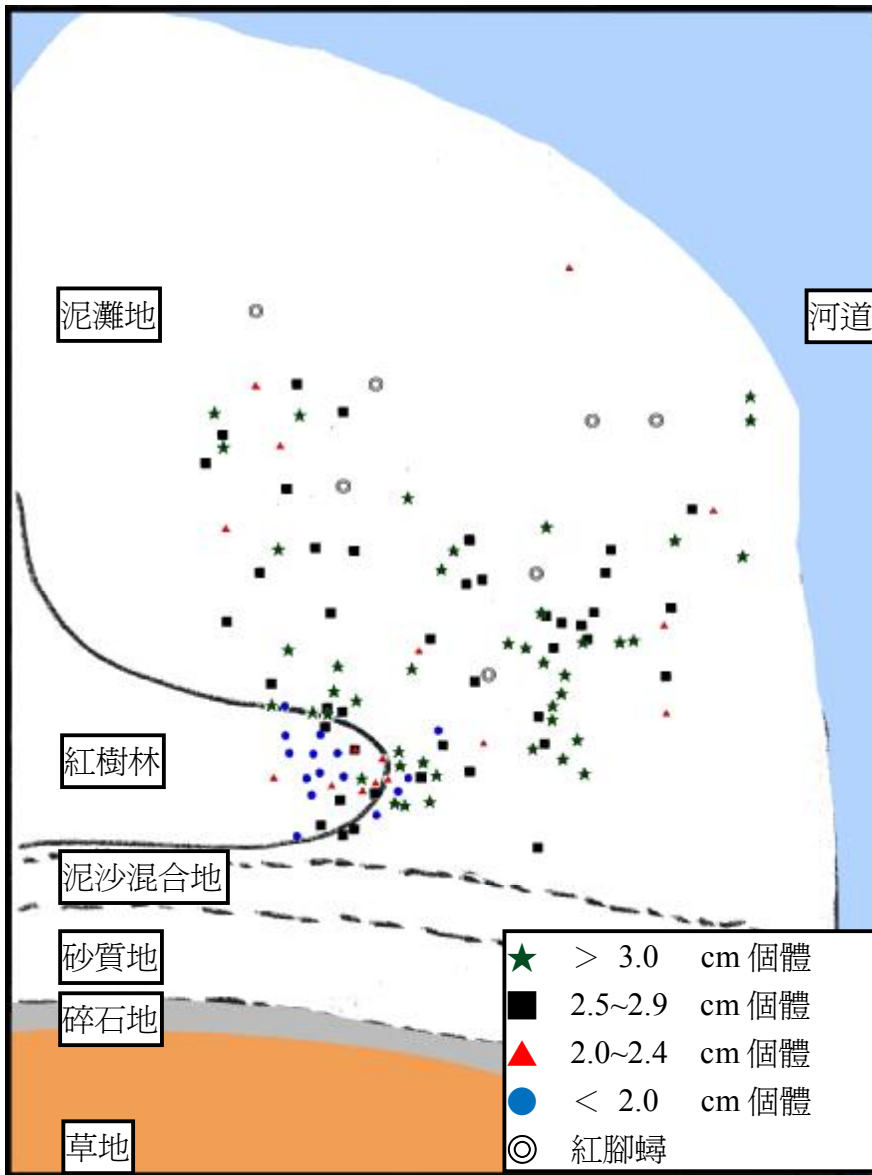


圖 24 個體大小的分布疊圖

說明：(1) ● 15 隻，▲ 16 隻，■ 42 隻，★ 43 隻。

(2) < 2.0 cm 的小蟹分布在紅樹林附近；2.0~2.4 cm 的個體也多數集中分布在紅樹林附近；2.5 cm 以上的個體大多分布在較廣泛的泥灘地；而以 > 3.0 cm 的個體分布最廣。

2. 細、短螯型個體的分布疊圖 (圖 25)

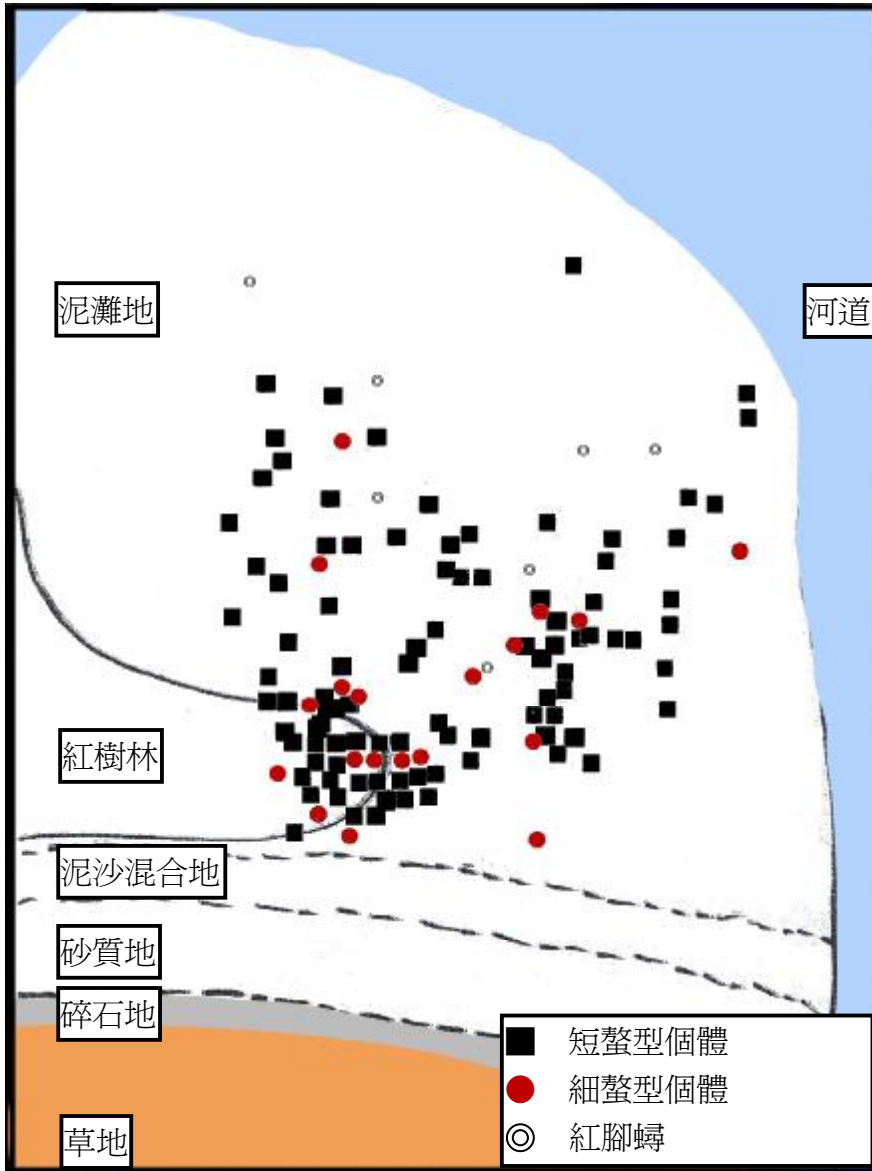


圖 25 細、短螯型個體的分布疊圖

- 說明：(1)個體密集分布在紅樹林附近，且該區細螯型個體數亦多且密集。
(2)泥灘地的細螯型個體分布較為分散。
(3)在紅腳蟳分布的附近區域，弧邊招潮蟹個體的數量較少。

3.左、右螯個體的分布疊圖（圖 26）

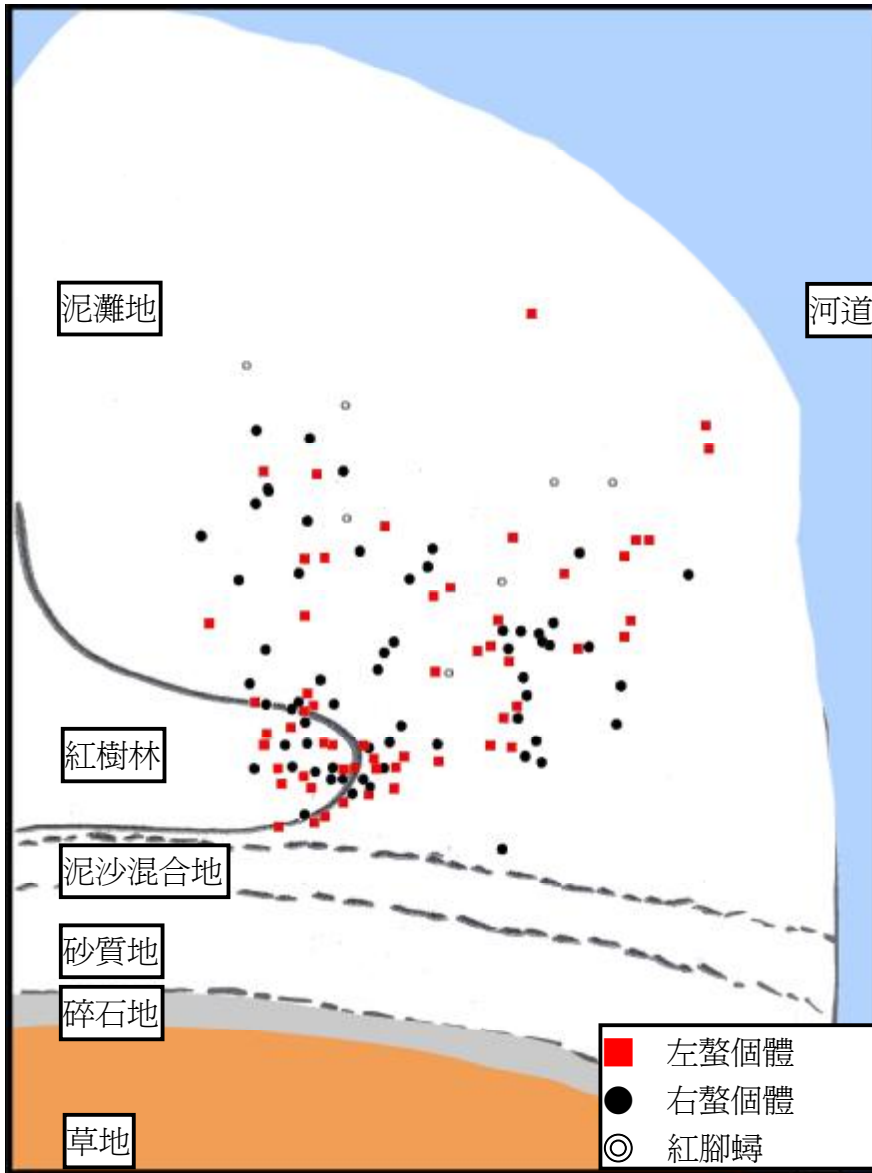


圖 26 左、右螯個體的分布疊圖

- 說明：(1)弧邊招潮蟹的完整數據總共 116 隻，其中右螯 61 隻，佔總數的 52.6%；左螯 55 隻，佔總數的 47.4%。兩者比例趨近 1：1。
- (2)左、右螯個體在分布疊圖上是平均散布的。
- (3)個體在紅樹林與河道的中間溼地有密集分布，僅次於紅樹林附近的密度。

五、實驗五：探討雄蟹與雌蟹的關係

(一) 5/8 調查不易捕捉的「雄性幼蟹與雌蟹」，綜合分析潮間帶雄蟹與雌蟹的關係：

1. 捕捉到 37 個個體，雄性幼蟹 25 個，雌蟹 12 個，紅樹林區捕捉到的數量略多於泥灘地的數量（圖 27），個體分布集中在紅樹林及其附近（圖 28）。

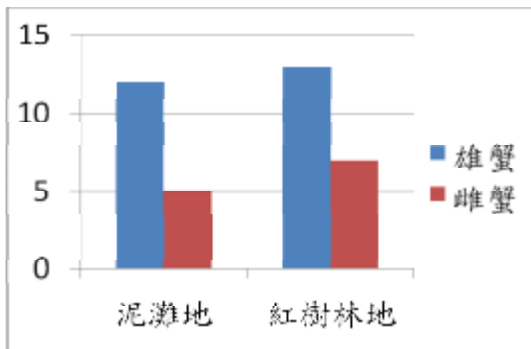


圖 27 5/8 捕捉到的個體數量資料

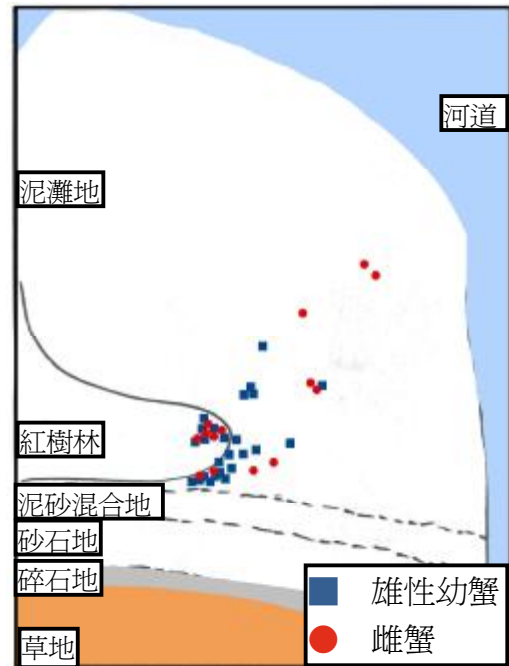


圖 28 雄性幼蟹與雌蟹的個體分布

2. 調查中紅樹林區個體占的數量略多，應是紅樹林區數量多且密集、體型小的個體警覺性高，加上地形（紅樹林）阻礙限制，使捕捉較不容易。
3. 雌蟹的警覺性高於雄性幼蟹，使調查到的雌蟹個體數遠低於雄性幼蟹數量。
4. 綜合 2/27、2/28、3/14 的調查結果，可知弧邊招潮蟹體型小的個體與雌蟹密集分布於紅樹林及其附近；而體型越大個體，分布的範圍越廣。

(二) 5/22 在遠離和靠近高潮線的泥灘地，觀察弧邊招潮蟹形態關係，並探討與個體分布的關係：

1. 弧邊招潮蟹背甲的白色條紋深淺會隨遠離和靠近高潮線的泥灘地而有差異。靠近高潮線（草地）部分個體的背甲白色條紋較深、不明顯（圖 29）；靠近低潮線個體的背甲白色條紋較明顯（圖 30）。



圖 29 近高潮線部分個體背甲白色條紋不明顯



圖 30 近低潮線個體背甲白色條紋明顯

2.靠近高潮線環境的部分弧邊招潮蟹背甲白色條紋不明顯，應和分布的環境因素，如食物、日光等有關。

六、實驗六：改良捉放法雄性幼蟹與雌蟹不易捕捉的缺點（利用觀察代替補捉），計算、分析潮間帶的弧邊招潮蟹族群大小與密度分布。

- 1.在 6/5 用指甲油標記弧邊招潮蟹，標記數在紅樹林為 5 個個體，泥灘地為 22 個個體。
- 2.6/6 利用望遠鏡或眼睛觀察被標記個體的分布，總共觀察到 206 個個體：在紅樹林觀察到 6 個標記的個體（5 為原本紅樹林的標記個體，1*為泥灘地的標記個體），泥灘地觀察到 2 個標記的個體（表 6）。

表 6 實驗六結果

	紅樹林	泥灘地
標記數	5	2 + 1*
未標記數	136	62

3.族群大小 = 標記總數 × 觀察到的個體總數 ÷ 觀察到的標記數
= $27 \times 206 \div 8 \approx 695$ (個)

4.相較於前置調查的捉放法，本次實驗的估計數量較接近實際觀察經驗中的估計數。

七、實驗七：探討周邊生物與環境對弧邊招潮蟹個體分布的影響

(一) 弧邊招潮蟹的分布受土質溼度與水位高低影響：在土質溼潤、水位高的區域無招潮蟹分布；土質乾溼的區域，有招潮蟹分布（圖 31）。



圖 31 土質乾溼的區域，才有招潮蟹（洞穴）分布

(二) 弧邊招潮蟹的分布受人為干擾影響：垃圾分布的區域附近較無招潮蟹的洞穴分布(圖 32)。



圖 32

說明：土質較乾的區域，雖然在春季只留下洞穴，但可明顯看出在土質較潮溼的秋冬季，有招潮蟹會在此挖洞。

(三) 會捕食弧邊招潮蟹的生物有臺灣厚蟹 (圖 33)、小白鷺 (圖 34)、蒼鷺等生物。在紅樹林附近，可以觀察到弧邊招潮蟹的煙囪建築 (圖 35、36) 數量有變多的現象。



圖 33 臺灣厚蟹捕食弧邊招潮蟹雌蟹



圖 34 退潮時小白鷺捕食後留下的痕跡



圖 35 弧邊招潮蟹的煙囪建築



圖 36 弧邊招潮蟹雄性幼蟹與煙囪建築

(四) 弧邊招潮蟹和臺灣招潮蟹、清白招潮蟹、糾結清白招潮蟹與萬歲大眼蟹等蟹類共域分布。觀察到的招潮蟹數量：清白招潮蟹 > 弧邊招潮蟹 > 糾結清白招潮蟹 > 臺灣招潮蟹。

(五) 弧邊招潮蟹和紅腳蟬的分布幾乎不重疊 (圖 37)。



圖 37 紅腳蟬洞穴旁較少弧邊招潮蟹的洞穴分布

陸、討論

一、弧邊招潮蟹個體形態關係：

- (一) 野外除了可以發現正常螯型（大螯較短）的「短螯型」個體之外，還可以發現螯足明顯巨大、細長的「細螯型」個體(施習德，1994，p13)。因為弧邊招潮蟹的雄性能體在大螯斷落後，會再生一個更大的螯足(李榮祥，2001，p50)！推測耗費營養長成更大、細長的大螯，是為了求偶的緣故。
- (二) 未來可探討大螯再生彎曲的「細螯型」個體，其大螯的再生出現問題，是幼年還是成體的斷螯現象再生造成？而再生的彎曲大螯（圖 38）是否對其求偶有影響，也值得探討。



圖 38 大螯發育有問題的細螯型個體

- (三) 數據整理標示為紫色**個體的大螯與其背甲寬不成比例，推斷是斷螯後再生的大螯還未長大所發生的現象。
- (四) 弧邊招潮蟹幼體才會有變螯現象，要是大螯已長到一定程度的成體就不會有(李榮祥，2001，p50)。所以招潮蟹的左、右大螯應該是隨機長出，和其小時候生活環境有關。而調查中左、右螯個體的比例不是完全的 1：1，不知道是不是比值本來如此？可能和變螯現象或調查數據不夠充足有關。
- (五) 弧邊招潮蟹的背甲顏色、斑紋變化多，原因是環境、生長階段，還是遺傳？如果是環境，我們有發現在靠近高潮線泥灘地的部分個體背甲白色條紋較深、不明顯；而遠離高潮線泥灘地的個體背甲白色條紋較明顯。如果是遺傳，我們也發現個體背甲顏色雖然有變化，但變化有一定的範圍，如個體步足的顏色有褐、紅、藍三種變化，背甲中都有深淺不一白色條紋。

二、探討弧邊招潮蟹雄蟹與雌蟹的分布關係：

- (一) 前置調查的捉放法，在 2/27 標記 44 隻，2/28 捉到的 17 隻個體中，有 3 隻為泥灘地標記過的個體，計算、推測泥灘地的雄蟹至少有 249 隻。實驗六改良的捉放法估算結果約為 695 隻，較符合實際觀察中社子島頭公園潮間帶弧邊招潮蟹的預估數量——1000 隻左右。
- (二) 天氣回暖後，5/8 再去時，發現紅樹林裡體型較大的弧邊招潮蟹都不見了，而小隻的個體明顯變多，再去幾次後都是如此。推測會不會是弧邊招潮蟹雄蟹交配完就會死亡，之後觀察到的為下一世代的幼蟹。

(三) 有次觀察到弧邊招潮蟹雌蟹被臺灣厚蟹攻擊時 (圖 33)，一旁的雄蟹與之對抗。推測弧邊招潮蟹雄蟹會有保護雌蟹的情況。

三、周邊生物與環境與弧邊招潮蟹個體的分布關係：

(一) 弧邊招潮蟹喜歡在較乾燥的泥灘地以及石頭附近挖穴，應該是因為躲避威脅時能較快速並安全的移動到洞穴裡。

(二) 有紅腳蟪分布附近的弧邊招潮蟹分布數量少，可能是因為其居住的環境與弧邊招潮蟹有所不同。弧邊招潮蟹通常不會太靠近有水窪的地方，因為該區既不好跑也不好挖穴；而紅腳蟪卻喜歡住在水窪附近。

(三) 靠近河道泥灘地的弧邊招潮蟹機警程度不如靠近河岸邊的個體，應是人為干擾少的緣故。

(四) 秋冬時，弧邊招潮蟹的斷螯現象與其它蟹類屍體有較多的趨勢，是否和肉食性的臺灣厚蟹繁殖季活動有關，值得探討。

(五) 弧邊招潮蟹有搶奪牠蟹洞穴的習性，未來可以增設實驗，探討個體搶奪蟹洞行為與分布的關係。

(六) 部分的雌蟹與雄性幼蟹會堆築煙囪建築，而大部分雄蟹不會，所以煙囪狀的小塔常出現在紅樹林內。煙囪構築對弧邊招潮蟹除了保護外，其功能值得再探討。

(七) 6/5 捉放法標記的弧邊招潮蟹放回原棲地後，6/6 調查到的標記個體主要集中在紅樹林附近或裡面。應是因為紅樹林裡有較多的洞穴，或是紅樹林有好的遮蔽功能，所以標記個體自然容易往紅樹林移動。

(八) 幼蟹的警覺性較低，但跑的速度很快，而且常有斷螯現象，可能是長回來較容易，所以可以輕易的斷螯。

柒、結論

一、個體形態關係：

- (一) 萬歲大眼蟹和秀麗長方蟹的快速區別方式：萬歲大眼蟹的眼柄細長，常為藍色；而秀麗長方蟹的眼柄粗短。
- (二) 弧邊招潮蟹雄蟹的背甲花紋不固定，幼蟹為網狀花紋；成體為黑色背甲帶有白色斑紋（圖 39）。



圖 39 弧邊招潮蟹雄蟹成體的背甲有白色斑紋帶

- (三) 弧邊招潮蟹以大螯寬／背甲寬的正相關最明顯，差距幾乎都在 ± 0.2 之內，而其它比例也有一定的規律，但誤差較大。
- (四) 細螯型個體大螯長會明顯長出身體許多，將大螯長／背甲寬比值超過平均值 0.2 的個體定義為細螯型個體的細螯型簡易測量法。
- (五) 背甲寬越大時，大螯長／背甲寬的比值就越大，因此得知大螯（長度）的成長速度會隨背甲寬越大而加快。
- (六) 弧邊招潮蟹細螯型與短螯型個體主要差異為大螯的長短、粗細！細螯型個體的不動指中間沒有突瘤，大螯從掌節到兩指末端的粗細差不多。

二、探討弧邊招潮蟹雄蟹與雌蟹的分布關係：

- (一) 經過多次的調查，發現從洞口外以及分布位置可判斷是否為弧邊招潮蟹的洞穴。弧邊招潮蟹的洞通常會在乾濕適中的泥灘地上，而洞口直徑大約在 2~3 公分之間，而從洞口向內觀察，洞穴會垂直向下延伸，與其它螃蟹不太一樣。
- (二) 弧邊招潮蟹的個體越大，分布的範圍越廣。而多遮蔽的紅樹林區，雌蟹和小蟹呈密集分布，和其生態習性有關（安全性、覓食等）。
- (三) 左、右螯個體的分布呈散狀分布，無一定明顯的規律。

三、周邊生物與環境與弧邊招潮蟹個體的分布關係：

- (一) 弧邊招潮蟹在洞裡休息時，通常待在水位之下。所以洞裡如果沒有水，通常挖不到弧邊招潮蟹。
- (二) 個體在紅樹林與河道的中間溼地，有僅次於紅樹林附近的密集分布，與土質為較乾的溼地環境有關。

- (三) 紅樹林觀察到較多的雌蟹，使雄蟹求偶、爭地、覓食等導致的打鬥或自割行爲也會較多，雄蟹易有斷螯現象，所以大螯再生的細螯型個體也較多。
- (四) 弧邊招潮蟹會選擇較溫暖的天氣出來覓食，因爲之前有次去時剛好遇到寒流，招潮蟹都沒有一個出洞覓食，甚至有封洞的景象。
- (五) 弧邊招潮蟹和紅腳蟬分布幾乎不重疊，應和居住環境有關。弧邊招潮蟹通常不會太靠近有水窪的地方；而紅腳蟬卻喜歡住在水窪附近的斜坡。
- (六) 6/5 晚上觀察的螃蟹活動力較低，很少螃蟹出來活動，只觀察到幾隻台灣後蟹，和幾隻大隻的弧邊招潮蟹，牠們的警覺性很低。
- (七) 靠近高潮線環境的部分弧邊招潮蟹背甲白色條紋不明顯，應和分布的環境因素，如食物、日光等有關。
- (八) 環境影響以人爲丟棄的垃圾和溼地水位影響的土質含水量爲主要因素，在垃圾多、土質含水量多的環境，弧邊招潮蟹的分布較少。
- (九) 在紅樹林附近可以觀察到弧邊招潮蟹雌蟹與雄性幼蟹的煙囪建築，推測煙囪建築對弧邊招潮蟹有保護的功能。

捌、參考資料及其它

一、參考資料：

- (一) 余維道主編 (民 93)。臺灣常見 100 種鳥類。臺北市：台北市野鳥學會。
- (二) 李榮祥 (民 90)。臺灣賞蟹情報。臺北市：大樹文化。
- (三) 施習德 (民 83)。招潮蟹。屏東縣：國立海洋生物博物館。
- (四) 郭智勇 (民 93)。臺灣紅樹林自然導遊。臺北市：大樹文化。
- (五) 鄭清海、王美鳳 (民 96)。和螃蟹作朋友。臺北縣：人人出版。
- (六) 施習德 (民 86)。屬於福爾摩莎的「台灣招潮」，何去何從？—記台灣特有種招潮蟹的現況。台灣博物，54，68-80。取自：
http://web.nchu.edu.tw/~htshih/uca/tw_nat/morph.htm。
- (七) 施習德 (民 89)。臺灣蟹類的研究資訊。臺灣博物，67，39-49。取自：
http://web.nchu.edu.tw/~htshih/crab/crab_inf.htm。
- (八) 施習德 (民 100)。臺灣產溼地蟹類名錄。溼地蟹類資訊網。取自：
<http://web.nchu.edu.tw/~htshih/index.htm>。

二、未來展望：

- (一) 未來增加細螯型個體判斷的準確性，多方收集資料加入細螯型個體再生大螯的明顯形態特徵，以排除介於細螯型與短螯型之間模糊地帶的個體，可以使細螯型簡易測量法的判斷更加準確。
- (二) 結合本研究和研究較多的穴形探討，增加弧邊招潮蟹的行為研究，可做為戶外觀察、教學的教材。
- (三) 河口溼地的教育可以藉由紅樹林的優勢物種——弧邊招潮蟹——來進行育教娛樂、實地觀察的教學與實驗研究。

【評語】 030309

1. 選定以住家、學校附近的生態環境與招潮蟹間的關係作題材，符合生物科展的目的。
2. 花費許多時間去捕捉弧邊招潮蟹量測各部位的長度，以不同的比例分類同種間的差異，殊堪不易。
3. 題目是其“分布情形”宜就分布狀況去分析比較不同樣區之土質、植被廢棄物等對他們分布的影響。