中華民國第四十七屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組　自然科

081554

大指蝦蛄打鬥行為與居所競爭研究

學校名稱：澎湖縣湖西鄉成功國民小學

作者：	指導老師：
小六 林祐陞	陳正達
小六 蕭煜軒	徐舒眉
小六 李慧姿	
小六 林昕儀	

關鍵詞：威嚇行為　打鬥行為　居所競爭

研究題目：大指蝦蛄打鬥行爲與居所競爭研究

摘要

「大指蝦蛄」在尺寸20×20×15cm及沒居所情境最易打鬥，打鬥順序是威嚇行爲、攻擊行爲及被攻擊者防禦行爲，最後是輸者逃避或背對行爲。雌性、體型差距15%的小型蝦蛄、蛻殼1天的蝦蛄及展示點深紫色蝦蛄，威嚇行爲次數較多。主場蝦蛄、雄性及體型大的蝦蛄打鬥能力較強。雄性及體型大的蝦蛄爭奪居所越容易成功。

壹、研究動機

有一天至竹灣螃蟹館參觀，館內水族箱飼養著一種看似蝦子的生物，標示牌上寫著大指蝦蛄並提到牠生性兇猛、好打鬥有兩隻強而有力的鉗螯，有時甚至可以將水族箱擊破。這使我對牠產生了高度的興趣，於是在老師的指導下，決定以「大指蝦蛄打鬥行爲與居所競爭」爲主題，進行深入的探討，並以此參加今年的科展比賽。本次研究與康軒五下自然第二單元--動物世界面面觀具有相關性。

貳、研究目的

一、認識蝦蛄身體構造，再進行先備實驗決定打鬥箱的尺寸與情境佈置，最後觀察描述蝦蛄的打鬥行爲並定義「打鬥指數」。

二、探討性別、體型差距、蛻殼時間長短及展示點深淺是否影響蝦蛄威嚇行爲出現次數。

三、探討主場蝦蛄、性別及體型差距對蝦蛄打鬥勝負影響，並研究當性別及體型差距因子相衝突時，哪一因子影響力較大。

四、探討性別及體型差距對蝦蛄爭奪居所成敗的影響。

參、研究設備及器材

表一　研究設備及器材

器材設備名稱	數量	器材設備名稱	數量
蝦蛄	150 尾	計數器	3 個
蝦蛄居所	15 塊	碼錶	3 個
細沙	1 桶	撈魚網	1 支
水族箱（0.8×0.5×0.5m）	2 個	飼料	(約 500 g)
打鬥實驗觀察箱	6 個（20cm×20cm×15cm）	尺 15cm	1 把
打氣設備	6 組	威嚇實驗觀察箱	2 個（30cm×20cm×15cm）
過濾裝置	2 組	數位攝影機	1 台
數位相機	1 台	爭居所觀察箱	2 個（40cm×25cm×15cm）

肆、研究過程或方法

本次研究，於學校自然教室內進行，實驗用的大指蝦蛄（Gonodactylus chiragra）爲成功、沙港等地的潮間帶區域內常見的蝦蛄，屬於節肢動物門，甲殼亞門、軟甲綱、口足目，俗名爲螳螂蝦(Mantis shrimp)。在一切準備就緒後，我們開始進行以下的各項實驗研究：

一、認識蝦蛄身體構造後，再進行先備實驗決定打鬥箱的尺寸與情境佈置，最後觀察描述打鬥行為並定義「打鬥指數」

方法：（一）認識蝦蛄各部位構造並繪圖

（二）進行先備實驗決定打鬥觀察箱尺寸與情境佈置

我們以不同的蝦蛄測試了4種尺寸與情境3次，以決定何種尺寸與情境最易引發打鬥行為。

（三）觀察描述打鬥行為

選取 5 種配對蝦蛄置於 5 個觀察箱中，觀察打鬥行為並排定行為順序。

（四）定義「打鬥指數」決定打鬥輸贏

根據文獻探討、先備實驗及（三）的觀察，定義打鬥贏者與輸者在行為上之差異，並製定換算公式，計算每次打鬥實驗時每尾參與打鬥蝦蛄的「打鬥指數」，以決定每次打鬥的輸贏。

二、探討性別、體型差距、蛻殼時間長短及展示點深淺是否影響威嚇行為出現次數

實驗二~（一）性別是否影響威嚇行為出現次數

方法：性別以其是否具有外交接器來判斷，雄性有，雌性無。選取同體型、展示點深淺一樣及身體已硬化的雌、雄蝦蛄。分成3種配對方式：

1.將AX、BY（A、B均為♂）同時放入觀察箱內。

2.將CX、DY（C、D均為♀）放入。

3.將EX、FY（E為♂、F為♀）放入。

4.利用攝影機記錄蝦蛄間行為10分鐘。將行為記錄影帶放映於電視中，用計數器計算每尾蝦蛄威嚇行為出現次數。

5.上述3種配對方式，以不同的蝦蛄反復實驗10次。

實驗二~（二）體型差距是否影響威嚇行為出現次數

方法：在體型一致配對中，2 尾蝦蛄的體長相差不超過（±0.2 ㎝）。A 蝦蛄比 B 蝦蛄大 10%是用(A 長度-B 長度)÷A 長度≒10%，其餘類推。選取性別、展示點深淺一致及身體均已硬化但體型大小不同的蝦蛄，分成 5 種配對方式：

1.將 AX、BY（A、B 同體型）同時放入觀察箱內。

2.將 CX、DY（C 比 D 大 10%）放入。

3.將 EX、FY（E 比 F 大 15%）放入。

4.將 GX、HY（G 比 H 大 20%）放入。

5.將 IX、JY（I 比 J 大 25%）放入。

6.觀察紀錄方式同實驗二~（一）

7.上述 5 種配對方式，以不同的蝦蛄反復實驗 10 次。

實驗二~（三）蛻殼時間長短是否影響威嚇行為出現次數

方法：選取性別、展示點及體型一樣但身體硬度不同蝦蛄，分成3種配對方式：

1.選擇蛻殼1天的AX蝦蛄，再選擇與其同體型、同性別及同展示點深淺之全身硬化之BY蝦蛄配對。

2.第二天將已蛻殼2天之AX蝦蛄與CY蝦蛄配對。

3.第三天再將蛻殼3天之AX蝦蛄與DY蝦蛄配對。

4.紀錄方式同實驗二~（一）。

5.上述3種配對，以不同的蝦蛄反復實驗10次。

實驗二~（四）展示點深淺是否影響威嚇行爲出現次數

方法：選取同性別、體型及身體已硬化但展示點深淺不同的蝦蛄，分以下4種配對：

1.配對蝦蛄AX、BY（A、B展示點均爲白色）同時放入觀察箱內。

2.配對蝦蛄CX、DY（C、D展示點均爲深紫色）放入。

3.配對蝦蛄EX、FY（E展示點白色、F展示點深紫色）放入。

4.紀錄方式同實驗二~（一）。

5.上述3種配對方式，反復實驗10次。

三、主場蝦蛄、性別及體型差距是否影響打鬥勝負，性別及體型因子衝突時，何者影響力大

實驗三~（一）先置入的主場蝦蛄是否影響打鬥勝負

方法：1.選取性別、體型一樣的蝦蛄（誤差小於±0.2cm）。

2.每次實驗先置入的蝦蛄命名爲AX，後置入者命名爲BY。

3.將AX置入觀察箱中，放置至少24小時，使牠先熟悉環境並認定其爲牠的領域。

4.將BY置入AX的觀察箱中使其發生打鬥。

5.利用攝影機記錄蝦蛄間之行爲10分鐘。將影帶放映於電視中，並利用計數器計算每尾蝦蛄各種打鬥行爲（攻擊、防禦、逃避、背對）次數，再以定義的「打鬥指數」公式計算每尾蝦蛄的「打鬥指數」，高者爲贏，低者爲輸。

6.上述配對方式以不同的蝦蛄反復實驗10次。

實驗三~（二）體型差距是否影響打鬥行爲的勝負

方法：1.選取性別一樣，但體型大小不同的蝦蛄（配對差距大於1cm以上）。

2.體型較大的蝦蛄，命名爲CX，體型較小的蝦蛄，命名爲DY。

3.將CX、DY同時置入觀察箱中使其發生打鬥。

4.觀察紀錄方式同實驗三~（一）。

5.上述配對方式以不同的蝦蛄反復實驗10次。

實驗三~（三）性別是否影響打鬥行爲的勝負

方法：1.測量並選取體型大小一樣的雌、雄蝦蛄（誤差小於±0.2cm）。

2.雄性蝦蛄命名爲EX，雌性蝦蛄命名爲FY。

3.將EX、FY同時置入使其發生打鬥。

4.紀錄方式同實驗三~（一）。

5.上述配對以不同的蝦蛄反復實驗10次。

實驗三~（四）性別與體型因子相衝突時，哪一因子對勝負影響力較大

方法：1.選取體型大的雌性蝦蛄與體型小的雄性蝦蛄進行配對。

2.將 AX、BY（A 爲♀蝦蛄，B 爲♂蝦蛄；A 比 B 大 10%）置入觀察箱中使其發生打鬥。

3.將 CX、DY（C 爲♀蝦蛄，D 爲♂蝦蛄；C 比 D 大 20%）置入。

4.將 EX、FY（E 爲♀蝦蛄，F 爲♂蝦蛄；E 比 F 大 30%）置入。

5.觀察紀錄方式同實驗三~（一）。

6.以不同的蝦蛄反復實驗 10 次。

四、探討性別及體型差距對蝦蛄爭奪居所成敗的影響

實驗四~（一）無居所蝦蛄爭有居所蝦蛄

實驗四~（一）~1性別是否影響無居所蝦蛄爭奪有居所蝦蛄

方法：配對有以下2種情形，使用蝦蛄體型一樣：

（1）當有居所蝦蛄是AX，放入BY蝦蛄爭奪AX的居所（A爲♂B爲♀）。

（2）當有居所蝦蛄是CX，放入DY蝦蛄爭奪CX的居所（C爲♀D爲♂）。

（3）上述2種配對方式，以不同蝦蛄反復實驗10次，統計10分鐘內爭奪居所成敗，成功後立即停止實驗，並記錄完成時間。

實驗四~（一）~2體型差距是否影響無居所蝦蛄爭奪有居所蝦蛄

方法：配對有2種情形，使用蝦蛄性別一樣：

（1）選取體型大小不同的蝦蛄（配對差距大於1cm以上）。

（2）當有居所蝦蛄是體型較大的蝦蛄，命名AX，無居所蝦蛄是體型較小蝦蛄，命名BY，將BY置入爭奪AX居所。

（3）當有居所蝦蛄是體型較小的蝦蛄，命名CX，無居所蝦蛄是體型較大蝦蛄，命名DY，將DY置入爭奪CX居所。

（4）上述配對方式以不同蝦蛄反復實驗10次，觀察記錄方式同實驗四~（一）~1。

實驗四~（二）二無居所蝦蛄爭一居所

實驗四~（二）~1性別是否影響二無居所蝦蛄爭奪一居所

方法：所使用蝦蛄體型一樣：

（1）選取性別不同的蝦蛄。

（2）將二無居所蝦蛄♂X、♀Y同時放入爭奪一居所。

（3）上述配對方式以不同的蝦蛄反復實驗10次，觀察記錄方式同實驗四~（一）~1。

實驗四~（二）~2體型差距是否影響二無居所蝦蛄爭奪一居所

方法：所使用蝦蛄性別一樣：

（1）測量並選取體型大小不同的蝦蛄（配對差距大於1cm以上）。

（2）體型較大的蝦蛄，命名爲AX，體型較小的蝦蛄，命名爲BY。

（3）將二無居所蝦蛄AX、BY同時放入爭奪一居所。

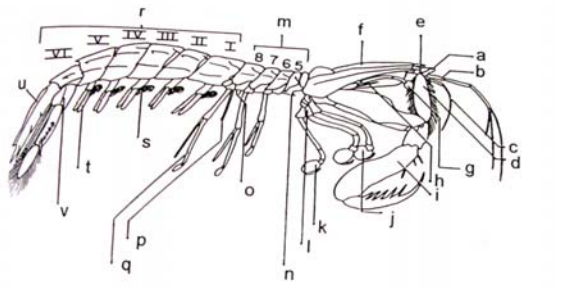
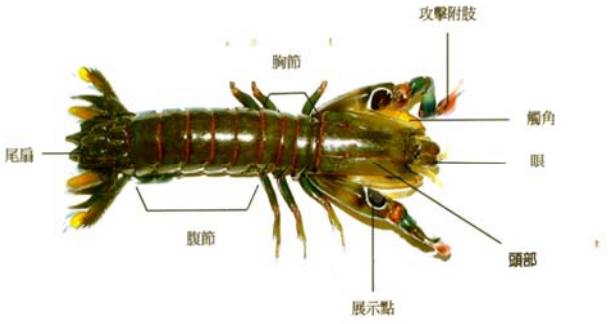
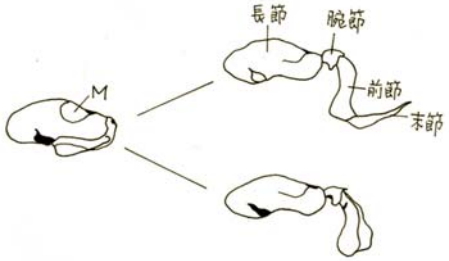
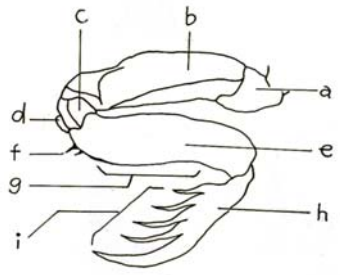
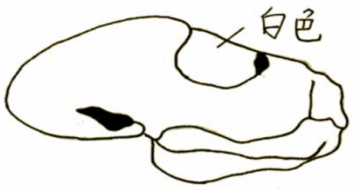
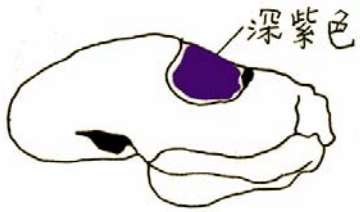
（4）上述配對方式以不同的蝦蛄反復實驗10次，觀察記錄方式同實驗四~（一）~1。

伍、結果

一、認識蝦蛄的構造再進行先備實驗及觀察描述蝦蛄的打鬥行爲並定義「打鬥指數」定輸贏。

（一）認識蝦蛄的各部位並深入觀察與打鬥相關的攻擊附肢構造及繪圖。（如表二拍攝照片及手繪圖）

表二　蝦蛄身體構造照片及手繪圖整理

 a.眼睛b.第一觸角c.第二觸角d.第二觸角鱗片e.額板f.頭胸甲g.第一顎足h.大顎鬚i.補食爪j.第三顎足k.第五顎足l.副肢m.胸節n.腹節o.腹節突起p.雄性交接器q.第三步足r.腹節s.鰓t.第五泳肢u.尾柄v.尾肢*蝦蛄的雌雄分辨，以圖P處雄性交接器爲主要辨識。*	
觀察蝦蛄的身體結構側面並繪圖	蝦蛄身體構造俯視照片
	 a.座節b.長節c.腕節d.腕節背部e.掌節f.可動刺g.櫛齒h.指節i.指節齒
觀察蝦蛄攻擊附肢細部分解並繪圖	觀察蝦蛄的攻擊附肢整體結構並繪圖
雄性蝦蛄的外接器照片（紅色圓圈部分）	蝦蛄的攻擊附肢照片
	
觀察蝦蛄白色（顏色較淺）展示點並進行繪圖	觀察蝦蛄深紫色（顏色較深）展示點並進行繪圖
蝦蛄在牠攻擊性附肢的長節上有一個點叫做展示點（meral spot），這個點的顏色有深淺，根據文獻探討，此與蝦蛄威嚇行爲展示的次數，有密切的關係。	

（二）先備實驗尺寸與情境佈置決定

表三　觀察箱尺寸決定實驗結果記錄表

尺寸 / 次數　擊打數	觀察箱1	觀察箱2	觀察箱3	觀察箱4
	長×寬×高=20×20×15㎝	長×寬×高=30×30×15㎝	長×寬×高=40×40×15㎝	長×寬×高=50×50×15㎝
第一次測試	5	6	2	2
第二次測試	9	3	3	2
第三次測試	7	3	1	3
平均	7	4	2	2

表四　觀察箱情境佈置決定實驗結果記錄表

情境 / 次數　擊打數	情境1	情境2	情境3	情境4
	僅注入水	水＋鋪上細沙	水與細沙＋1個居所	水與細沙＋2個居所
第一次測試	6	10	3	0
第二次測試	9	4	4	0
第三次測試	5	7	2	2
平均	7	7	3	1

由表三可知，尺寸越小越易引發打鬥行爲；由表四可知，在僅注入水，或者僅有水及細沙的觀察箱中，蝦蛄較會打鬥。

根據（二）結果，往後所有打鬥實驗均使用長×寬×高=20×20×15㎝的觀察箱尺寸，且觀察箱中僅注入水。

（三）觀察及描述蝦蛄的打鬥行爲並排定行爲順序

1.「威嚇行爲」：將尾節、觸角、顎腳、攻擊附肢盡量的向外伸展，擺出一副獨特的展示姿勢，試圖警告敵對者不要輕舉妄動。

2.「攻擊與防禦行爲」：有一方會捲起尾部做防禦，以尾扇接受對方的擊打（攻擊），待對方一出手，以腹節吸收強猛力道後，立刻起身，給予重擊。

3.「逃避行爲」與「背對行爲」：「逃避行爲」是蝦蛄快速逃走，以遠離對抗的另一蝦蛄。「背對行爲」是蝦蛄會主動轉身，將其尾部朝向另一尾蝦蛄的頭部，避免衝突。

4.打鬥行爲出現順序：先是威嚇行爲再是攻擊行爲（擊打發出聲響）及被攻擊者的防禦行爲最後是輸者的逃避或背對行爲。

5.蝦蛄各種打鬥行爲照片（如表五拍攝打鬥行爲照片整理）

表五　蝦蛄打鬥行爲照片整理

獨特的威嚇行爲展示（露出展示點）照片 獨特的展示姿勢(meral display)，試圖警告敵對者不要輕舉妄動。	攻擊行爲（右邊蝦蛄正準備攻擊）照片
防禦行爲（左邊蝦蛄捲起尾扇做防禦）照片	背對行爲（左邊蝦蛄頭朝另一蝦蛄尾部，通常是打鬥弱者）照片
逃避行爲（右邊蝦蛄快速彈向後方）照片 被認爲是認輸的動作(Huber 等人,1997)	蝦蛄爭奪居所先用尾扇將牠想要強占的洞穴覆蓋起來，再往內擠，經過一番爭奪，弱者逃出洞外，放棄居所，強者會佔領居所。

（四）打鬥贏者與輸者在行爲上之差異，並製定換算公式，計算「打鬥指數」決定輸贏

根據文獻探討、先備實驗及（三）發現，蝦蛄打鬥行爲中，屬正向的是攻擊行爲，當蝦蛄的攻擊次數越多，會使另一尾蝦蛄因懼怕而減少攻擊次數，只能消極使用負向的防禦、逃避及背對行爲，結果通常是攻擊行爲次數多的蝦蛄獲得勝利（參考實驗記錄影片佐證）。製定公式如下：P＝F－D－R－B（P＝打鬥指數；F＝攻擊次數；D＝防禦次數；R＝逃避次數；B＝背對次數）。由公式知攻擊次數越多，防禦次數、逃避次數、背對次數越少則打鬥指數會越高，打鬥能力越強，獲勝機會越大，反之打鬥指數會越低，打鬥能力會越弱，獲勝機會越小。

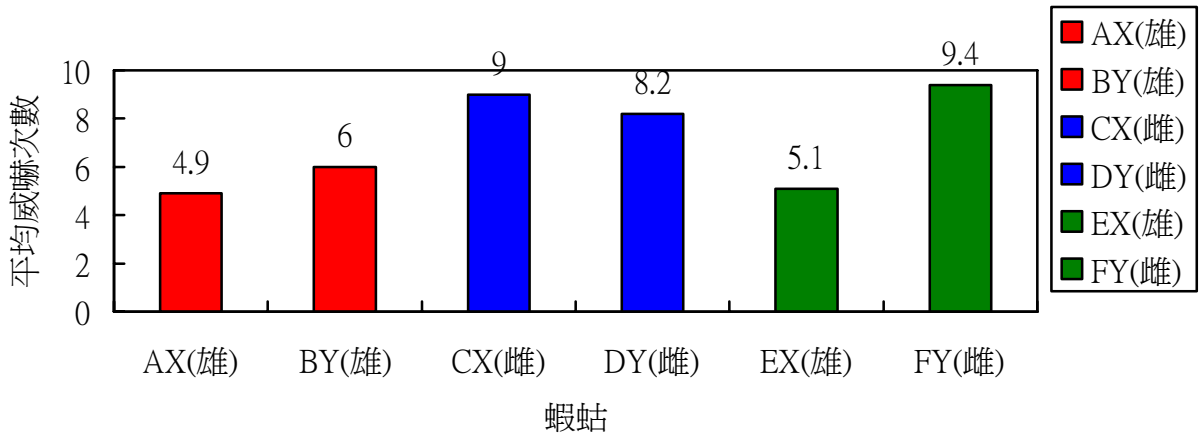
二、探討性別、體型差距、蛻殼時間及展示點深淺是否影響威嚇行爲出現次數

實驗二~（一）性別是否影響威嚇行爲出現次數

表六　性別是否影響威嚇行爲出現次數結果記錄表

配對 實驗次數 威嚇	第一種配對方式		第二種配對方式		第三種配對方式	
	A、B 均爲♂		C、D 均爲♀		E 爲♂、F 爲♀	
	AX（♂）	BY（♂）	CX（♀）	DY（♀）	EX（♂）	FY（♀）
第 1 次實驗 X、Y=1	3	3	8	8	5	8
第 2 次實驗 X、Y=2	7	4	9	12	3	12
第 3 次實驗 X、Y=3	4	8	6	6	5	11
第 4 次實驗 X、Y=4	6	5	10	8	7	8
第 5 次實驗 X、Y=5	5	6	5	10	5	9
第 6 次實驗 X、Y=6	2	7	12	8	3	8
第 7 次實驗 X、Y=7	4	6	9	14	7	9
第 8 次實驗 X、Y=8	8	5	13	4	5	6
第 9 次實驗 X、Y=9	5	7	7	7	7	13
第 10 次實驗 X、Y=10	5	9	11	5	4	10
10 次實驗合計	49	60	90	82	51	94
平均次數	4.9	6	9	8.2	5.1	9.4
總次數	10.9		17.2		14.5	
結果	CX（♀）＋DY（♀）＞AX（♂）＋BY（♂）；FY（♀）＞EX（♂）					

圖一 性別是否影響蝦蛄威嚇行爲出現次數



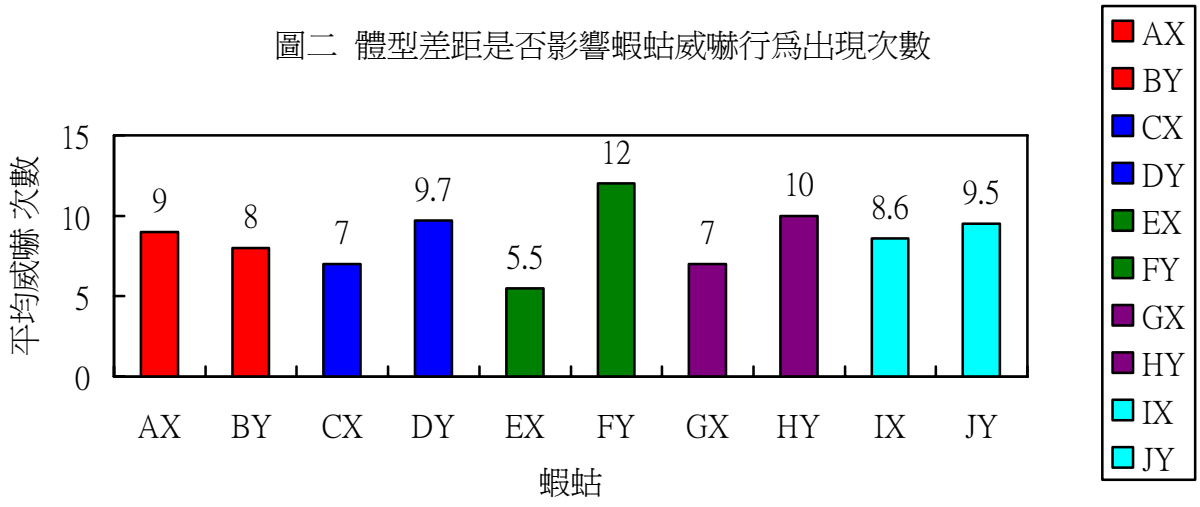
由表六、圖一結果發現，第一種與第二種配對時，雌性蝦蛄使用威嚇行爲總次數明顯高於雄性蝦蛄；再由第三種配對方式 EX 爲♂、FY 爲♀時，雌性蝦蛄的威嚇行爲出現次數明顯也高於雄性蝦蛄；威嚇行爲總次數，第二種配對方式最高。

實驗二~（二）體型差距是否影響威嚇行爲出現次數

表七　體型差距是否影響威嚇行爲出現次數結果記錄表

配對 / 實驗次數 / 威嚇	第一種配對方式		第二種配對方式		第三種配對方式		第四種配對方式		第五種配對方式	
	A、B 同體型		C 比 D 大 10%		E 比 F 大 15%		G 比 H 大 20%		I 比 J 大 25%	
	AX	BY	CX	DY	EX	FY	GX	HY	IX（大）	JY（小）
第 1 次實驗 X、Y＝1	11	9	5	8	4	9	7	11	8	10
第 2 次實驗 X、Y＝2	8	11	9	12	7	10	7	12	9	7
第 3 次實驗 X、Y＝3	12	7	6	6	4	14	6	9	7	9
第 4 次實驗 X、Y＝4	9	7	8	9	3	11	8	11	10	6
第 5 次實驗 X、Y＝5	12	11	11	13	5	9	10	8	6	10
第 6 次實驗 X、Y＝6	6	7	3	13	6	13	4	10	11	12
第 7 次實驗 X、Y＝7	9	4	7	8	5	15	8	13	12	9
第 8 次實驗 X、Y＝8	6	12	7	8	6	14	6	9	11	12
第 9 次實驗 X、Y＝9	10	7	4	11	8	13	5	8	5	8
第 10 次實驗 X、Y＝10	7	5	10	9	7	12	9	9	7	12
平均次數	9	8	7	9.7	5.5	12	7	10	8.6	9.5
總次數	17		16.7		17.5		17		18.1	
結果	BY（同）＜AX（同）		DY（小）＞CX（大）		FY（小）＞EX（大）		HY（小）＞GX（大）		JY（小）＞IX（大）	
推論結果	FY（小 15%：12）＞HY（小 20%：10）＞DY（小 10%；9.7）＞JY（小 0%；9.5）＞BY（小 25%；8）									

圖二 體型差距是否影響蝦蛄威嚇行爲出現次數



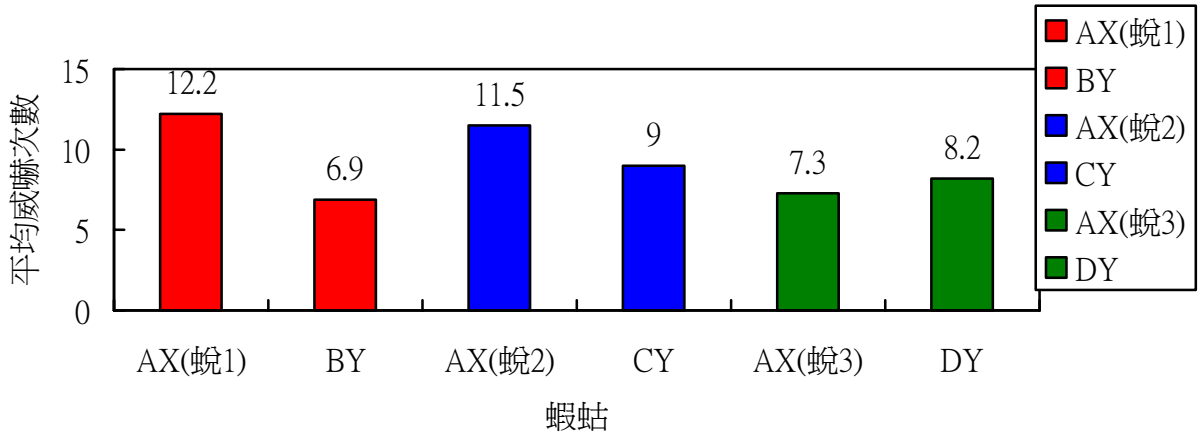
由表表七、圖二結果發現，第二種至第五種配對，小型蝦蛄使用威嚇行爲次數高於大型蝦蛄；第三種配對方式體型差距 15%時，小體型蝦蛄的威嚇行爲展示次數最高，平均達 13 次，當差距更大時小型蝦蛄的威嚇行爲展示次數反而下降了。

實驗二~（三）蛻殼時間長短是否影響威嚇行爲出現次數

表八　蛻殼時間長短是否影響威嚇行爲出現次數結果記錄表

配對 實驗次數 威嚇	第一種配對方式		第二種配對方式		第三種配對方式	
	AX（蛻殼一天）		AX（蛻殼二天）		AX（蛻殼三天）	
	AX	BY	AX	CY	AX	DY
第 1 次實驗 X、Y＝1	11	10	11	11	9	8
第 2 次實驗 X、Y＝2	14	5	10	7	5	13
第 3 次實驗 X、Y＝3	15	8	11	12	6	5
第 4 次實驗 X、Y＝4	12	8	10	10	8	9
第 5 次實驗 X、Y＝5	9	4	9	11	5	6
第 6 次實驗 X、Y＝6	14	7	12	6	9	7
第 7 次實驗 X、Y＝7	11	7	14	10	10	4
第 8 次實驗 X、Y＝8	13	6	13	6	5	12
第 9 次實驗 X、Y＝9	13	9	14	8	8	10
第 10 次實驗 X、Y＝10	10	5	11	9	8	11
平均 次數	12.2	6.9	11.5	9	7.3	8.2
總次數	19.1		20.5		15.5	
結果	AX（蛻殼 1 天）＞BY		AX（蛻殼 2 天）＞CY		AX（蛻殼 3 天）＜DY	
推論結果	AX（蛻殼 1 天；12.2）＞AX（蛻殼 2 天；11.5）＞AX（蛻殼 3 天；7.3）					

圖三 蛻殼時間長短是否影響蝦蛄威嚇行爲出現次數



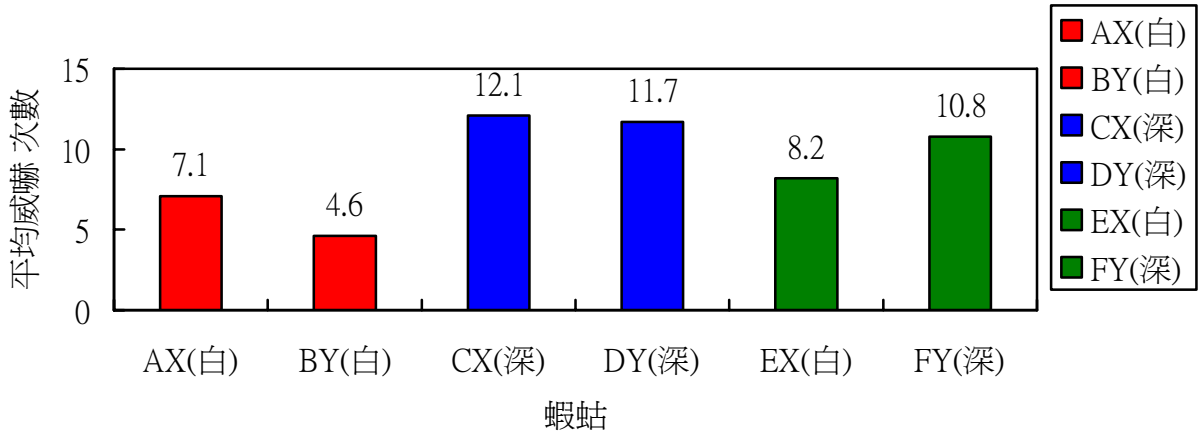
由表八、圖三結果發現，蛻殼第一天的蝦蛄威嚇行爲次數最高，依序遞減至第三天時其威嚇行爲出現次數與配對蝦蛄 DY 差異不大。

實驗二~（四）展示點深淺是否影響威嚇行爲出現次數

表九　展示點深淺是否影響威嚇行爲出現次數結果記錄表

配對 實驗次數 威嚇	第一種配對方式		第二種配對方式		第三種配對方式	
	A、B 展示點均爲白色		C、D 展示點均爲深紫色		E 展示點白色、F 展示點深紫色	
	AX（白）	BY（白）	CX（深）	DY（深）	EX（白）	FY（深）
第 1 次實驗 X、Y＝1	11	3	11	12	11	10
第 2 次實驗 X、Y＝2	6	5	12	14	9	9
第 3 次實驗 X、Y＝3	8	4	11	15	11	11
第 4 次實驗 X、Y＝4	4	5	12	13	4	10
第 5 次實驗 X、Y＝5	8	4	12	12	7	9
第 6 次實驗 X、Y＝6	7	2	10	10	6	11
第 7 次實驗 X、Y＝7	5	4	13	11	5	12
第 8 次實驗 X、Y＝8	10	7	15	9	9	12
第 9 次實驗 X、Y＝9	7	6	11	10	12	13
第 10 次實驗 X、Y＝10	5	6	14	11	8	11
平均 次數	7.1	4.6	12.1	11.7	8.2	10.8
總次數	11.7		23.8		19	
結果	CX（深紫）＋DY（深紫）＞AX（白）＋BY（白）；FY（深紫）＞EX（白）					

圖四 展示點深淺是否影響蝦蛄威嚇行爲出現次數



由表九、圖四結果發現，第一種與第二種配對，展示點深紫色蝦蛄威嚇行爲次數高於展示點白色蝦蛄；第三種配對展示點深紫色與白色配對時，深紫色蝦蛄威嚇行爲次數較高。總次數以第二種配對展示點均爲深紫色最高，達 23.8 次。

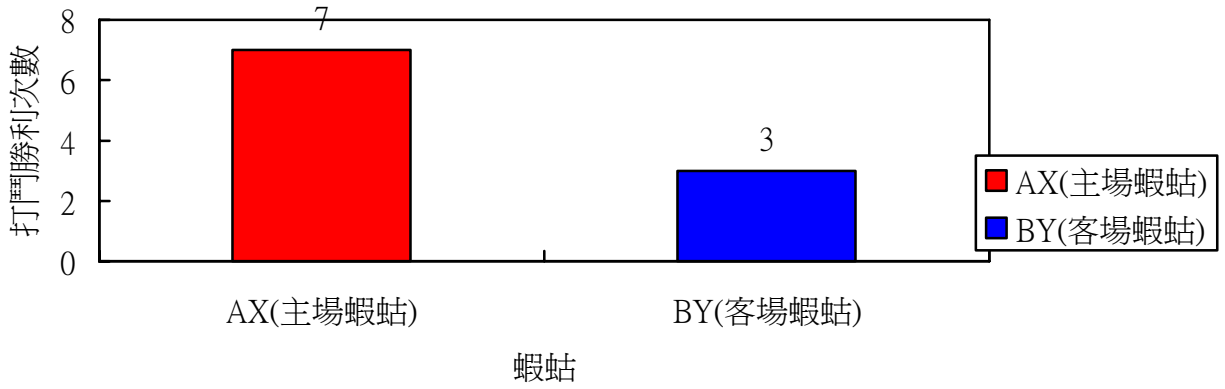
三、探討先置入的主場蝦蛄、性別及體型差距是否影響打鬥行為勝負

實驗三~（一）主場先置入的蝦蛄是否影響打鬥行為的勝負

表十　主場先置入的蝦蛄是否影響打鬥行為勝負結果記錄表

配對 實驗次數 ＼ 打鬥指數	AX（主場先置入）					BY（客場後置入）				
	攻擊次數	防禦次數	逃避次數	背對次數	打鬥指數	攻擊次數	防禦次數	逃避次數	背對次數	打鬥指數
第 1 次實驗 X、Y＝1	7	1	0	0	6	2	6	5	3	－2
第 2 次實驗 X、Y＝2	4	3	3	1	－3	6	2	2	1	1
第 3 次實驗 X、Y＝3	5	2	1	1	1	3	3	2	2	－4
第 4 次實驗 X、Y＝4	5	3	1	1	0	6	4	2	1	－1
第 5 次實驗 X、Y＝5	6	0	1	1	4	2	4	2	2	－6
第 6 次實驗 X、Y＝6	2	4	3	1	6	5	3	1	0	1
第 7 次實驗 X、Y＝7	3	0	1	0	2	1	2	1	1	－3
第 8 次實驗 X、Y＝8	2	0	0	0	2	0	1	1	1	－3
第 9 次實驗 X、Y＝9	8	1	0	0	7	1	5	3	2	－9
第 10 次實驗 X、Y＝10	3	4	4	2	－7	5	3	3	2	－3
平均	4.5	1.8	1.4	0.7	1.8	3.3	3.8	2.2	1.5	－2.9
勝利次數	7					3				
打鬥總結果	AX（主場）＞BY（客場）									

圖五 主場蝦蛄是否影響蝦蛄打鬥勝負



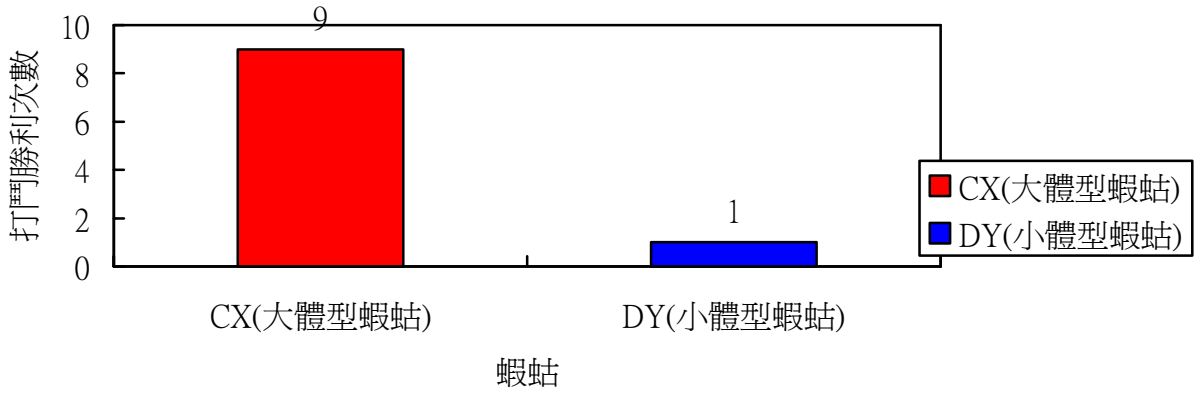
由表十、圖五結果發現，主場蝦蛄，打鬥勝利次數較多，因此蝦蛄的打鬥具「主場優勢」，主場蝦蛄的平均打鬥指數1.8明顯強於客場蝦蛄的－2.9。

實驗三~（二）體型差距是否影響打鬥行爲的勝負

表十一　體型差距是否影響打鬥行爲勝負結果記錄表

體型 / 實驗次 / 打鬥指數	CX（體型大）					DY（體型小）				
	攻擊次數	防禦次數	逃避次數	背對次數	打鬥指數	攻擊次數	防禦次數	逃避次數	背對次數	打鬥指數
第 1 次實驗 X、Y＝1	8	0	1	0	7	2	4	4	3	－8
第 2 次實驗 X、Y＝2	3	1	1	1	0	2	2	1	1	－2
第 3 次實驗 X、Y＝3	5	0	0	1	4	1	2	2	2	－5
第 4 次實驗 X、Y＝4	3	1	1	1	0	3	1	0	1	1
第 5 次實驗 X、Y＝5	4	0	1	0	3	1	3	1	2	－5
第 6 次實驗 X、Y＝6	5	2	2	1	0	2	4	2	1	－5
第 7 次實驗 X、Y＝7	7	1	3	0	3	1	4	3	3	－9
第 8 次實驗 X、Y＝8	6	2	1	2	1	2	3	4	2	－7
第 9 次實驗 X、Y＝9	4	1	2	1	0	0	3	1	1	－5
第 10 次實驗 X、Y＝10	6	1	1	1	3	1	4	3	2	－8
平均	5.1	0.9	1.5	0.8	2.1	1.5	3	2.1	1.8	－5.3
勝利次數	9					1				
打鬥總結果	CX（大）＞DY（小）									

圖六 體型差距是否影響蝦蛄打鬥勝負



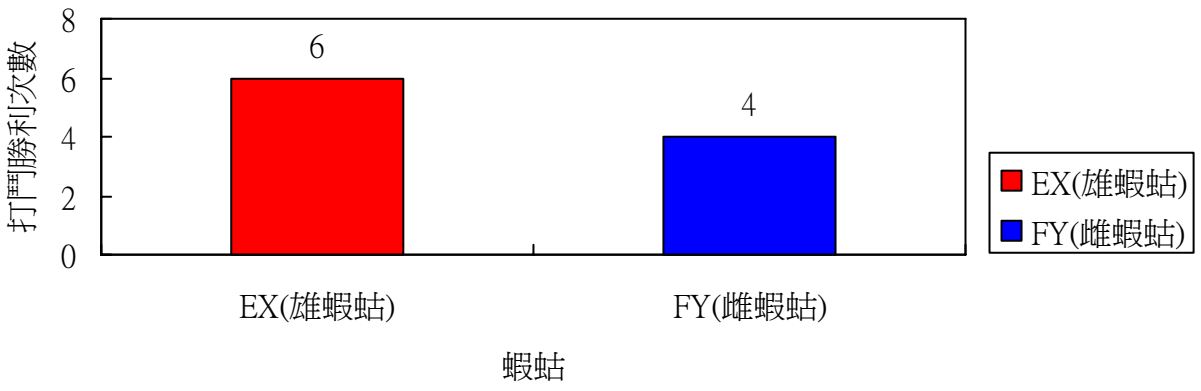
由表十一、圖六結果發現，體型大的蝦蛄，打鬥勝利次數明顯較多。再由整體大體型蝦蛄的平均打鬥指數2.1也明顯強於小體型蝦蛄的－5.3。

實驗三~（三）性別是否影響打鬥行爲的勝負

表十二　性別是否影響打鬥行爲勝負結果記錄表

配對 實驗次 打鬥指數	EX（♂）					FY（♀）				
	攻擊次數	防禦次數	逃避次數	背對次數	打鬥指數	攻擊次數	防禦次數	逃避次數	背對次數	打鬥指數
第 1 次實驗 X、Y＝1	5	3	2	2	－2	4	3	3	2	－4
第 2 次實驗 X、Y＝2	1	2	2	1	－4	2	2	1	2	－3
第 3 次實驗 X、Y＝3	4	2	1	1	0	3	2	2	3	－4
第 4 次實驗 X、Y＝4	1	1	1	1	－2	2	1	0	0	1
第 5 次實驗 X、Y＝5	6	0	0	1	5	0	3	3	2	－8
第 6 次實驗 X、Y＝6	3	2	1	0	0	2	3	1	0	－2
第 7 次實驗 X、Y＝7	2	2	2	2	－4	3	2	2	1	－2
第 8 次實驗 X、Y＝8	7	0	1	1	5	1	4	3	2	－8
第 9 次實驗 X、Y＝9	3	3	2	2	－4	4	2	2	1	－1
第 10 次實驗 X、Y＝10	4	3	1	2	－2	3	2	2	2	－3
平均	3.6	1.8	1.3	1.3	－0.8	2.3	2.4	1.9	1.5	－3.4
勝利次數	6					4				
打鬥總結果	EX（♂）＞FY（♀）									

圖七 性別差距是否影響蝦蛄打鬥勝負



由表十二、圖七結果發現，雄性蝦蛄的打鬥勝利次數較多，因此雄性蝦蛄的打鬥能力強於雌性蝦蛄，雄蝦蛄平均打鬥指數－0.8強於雌蝦蛄的－3.4。

實驗三~（四）性別與體型因子相衝突時哪一因子對勝負的影響力較大

表十三　性別與體型因子相衝突時第一種配對方式結果記錄表

配對 / 打鬥指數 / 實驗次	AX 比 BY 體型大 10%									
	AX（♀體型大）					BY（♂體型小）				
	攻擊次數	防禦次數	逃避次數	背對次數	打鬥指數	攻擊次數	防禦次數	逃避次數	背對次數	打鬥指數
第 1 次實驗 X、Y=1	2	4	2	2	－6	5	0	2	1	2
第 2 次實驗 X、Y=2	3	1	1	1	0	3	2	1	2	2
第 3 次實驗 X、Y=3	4	1	1	2	0	3	4	2	3	－5
第 4 次實驗 X、Y=4	2	2	2	1	－3	4	1	1	2	0
第 5 次實驗 X、Y=5	1	2	1	1	－3	3	1	0	0	2
第 6 次實驗 X、Y=6	3	1	2	2	2	2	2	1	2	－3
第 7 次實驗 X、Y=7	0	3	1	2	－6	6	0	1	2	3
第 8 次實驗 X、Y=8	2	2	1	1	－2	4	0	1	1	2
第 9 次實驗 X、Y=9	2	2	0	1	1	2	2	1	1	－2
第 10 次實驗 X、Y=10	1	1	1	3	－4	1	1	1	2	－3
平均	2	1.9	1.2	1.6	－2.1	3.3	1.3	1.1	1.5	－0.2
勝利次數	3					7				
打鬥總結果	BY（♂體型小）＞AX（♀體型大）									

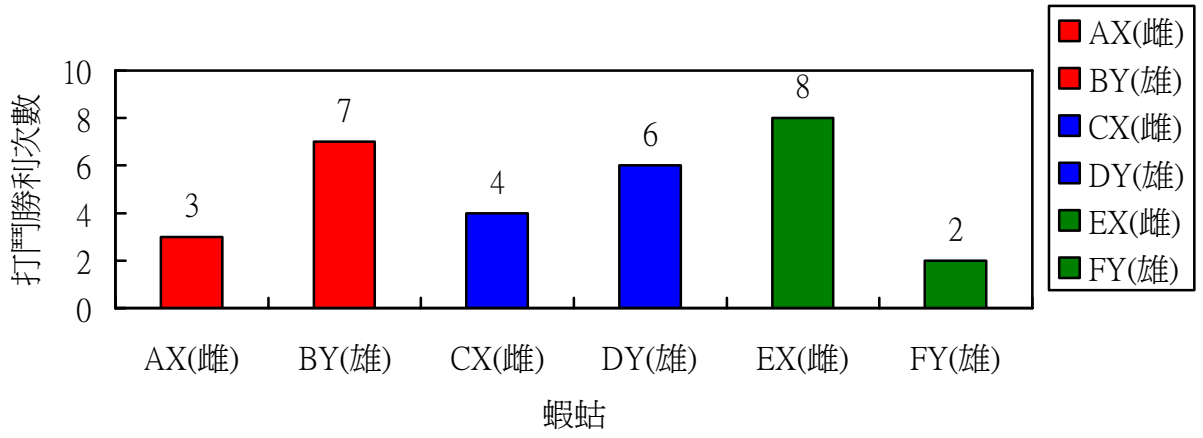
表十四　性別與體型因子相衝突時第二種配對方式結果記錄表

配對 / 打鬥指數 / 實驗次	CX 比 DY 體型大 20%									
	CX（♀體型大）					DY（♂體型小）				
	攻擊次數	防禦次數	逃避次數	背對次數	打鬥指數	攻擊次數	防禦次數	逃避次數	背對次數	打鬥指數
第 1 次實驗 X、Y=1	2	3	1	1	－3	5	2	2	2	－1
第 2 次實驗 X、Y=2	5	1	1	2	1	2	3	2	1	－4
第 3 次實驗 X、Y=3	3	3	2	2	－4	4	2	3	2	－3
第 4 次實驗 X、Y=4	1	4	4	2	－9	7	0	1	1	5
第 5 次實驗 X、Y=5	3	2	2	1	－2	3	3	2	2	－4
第 6 次實驗 X、Y=6	4	3	3	2	－4	5	3	3	2	－3
第 7 次實驗 X、Y=7	1	0	1	1	－1	1	1	1	1	－2
第 8 次實驗 X、Y=8	3	2	2	2	－3	3	2	2	1	－2
第 9 次實驗 X、Y=9	4	4	3	2	－5	6	3	2	3	－2
第 10 次實驗 X、Y=10	4	3	3	2	－4	4	4	3	2	－5
平均	3	2.5	2.2	1.7	－3.4	4	2.3	2.1	1.7	－2.1
勝利次數	4					6				
打鬥總結果	DY（♂體型小）＞CX（♀體型大）									

表十五　性別與體型因子相衝突時第三種配對方式結果記錄表

配對 / 打鬥指數 / 實驗次	EX 比 FY 體型大 30%									
	EX（♀體型大）					FY（♂體型小）				
	攻擊次數	防禦次數	逃避次數	背對次數	打鬥指數	攻擊次數	防禦次數	逃避次數	背對次數	打鬥指數
第 1 次驗 X、Y=1	4	1	2	1	0	2	3	2	2	－5
第 2 次實驗 X、Y=2	1	1	1	2	－3	1	1	0	2	－2
第 3 次實驗 X、Y=3	2	2	2	2	－4	2	2	2	3	－5
第 4 次實驗 X、Y=4	3	1	0	1	1	0	2	1	1	－4
第 5 次實驗 X、Y=5	5	0	1	1	3	1	3	2	1	－5
第 6 次實驗 X、Y=6	4	3	1	2	－2	2	3	2	2	－5
第 7 次實驗 X、Y=7	5	0	0	3	2	0	4	3	1	－0
第 8 次實驗 X、Y=8	2	1	1	2	－2	1	1	2	1	－3
第 9 次實驗 X、Y=9	1	2	2	1	－4	2	1	1	2	－2
第 10 次實驗 X、Y=10	6	3	3	2	－2	4	4	2	1	－3
平均	3.3	1.4	1.3	1.7	－1.1	1.5	2.4	1.7	1.6	－3.4
勝利次數	8					2				
打鬥總結果	EX（♀體型大）＞FY（♂體型小）									

圖八 性別與體型差距誰對打鬥勝負影響大



由表十三、十四、十五及圖八結果發現，在大雌蝦蛄與小雄蝦蛄配對時，當體型差距在20%以內時，小雄蝦蛄的打鬥能力較強，因此在體型相差不大時性別因素較重要；然而當體型差距至30%時，體型大小因子也越重要。

四、探討性別及體型差距對蝦蛄爭奪居所成敗的影響

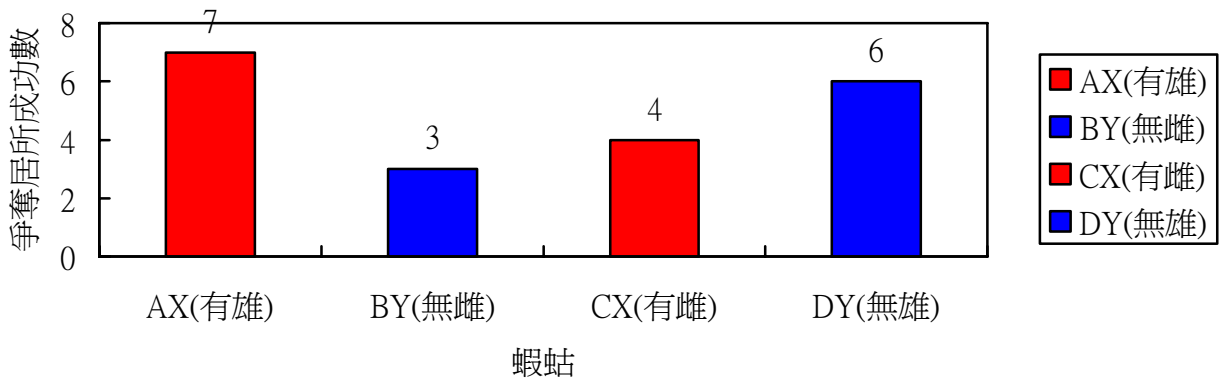
實驗四~（一）無居所蝦蛄爭有居所蝦蛄

實驗四~（一）~1性別是否影響無居所蝦蛄爭有居所蝦蛄

表十六　性別是否影響無居所蝦蛄爭奪有居所蝦蛄結果記錄表

配對 / 是否 / 實驗次 / 成功（V）	第一種配對方式				第二種配對方式			
	有居所		無居所(爭奪蝦蛄)		有居所		無居所(爭奪蝦蛄)	
	AX	是否守住居所	BY	完成時間（秒）	CX	是否守住居所	DY	完成時間（秒）
第 1 次實驗 X、Y＝1	V	守住居所	×	爭奪失敗	×	失去居所	V	183
第 2 次實驗 X、Y＝2	V	守住居所	×	爭奪失敗	V	守住居所	×	爭奪失敗
第 3 次實驗 X、Y＝3	V	守住居所	×	爭奪失敗	×	失去居所	V	240
第 4 次實驗 X、Y＝4	×	失去居所	V	300	V	守住居所	×	爭奪失敗
第 5 次實驗 X、Y＝5	V	守住居所	×	爭奪失敗	×	失去居所	V	236
第 6 次實驗 X、Y＝6	V	守住居所	×	爭奪失敗	V	守住居所	×	爭奪失敗
第 7 次實驗 X、Y＝7	×	失去居所	V	210	×	失去居所	V	360
第 8 次實驗 X、Y＝8	×	失去居所	V	284	×	失去居所	V	349
第 9 次實驗 X、Y＝9	V	守住居所	×	爭奪失敗	×	失去居所	V	277
第 10 次實驗 X、Y＝10	V	守住居所	×	爭奪失敗	V	守住居所	×	爭奪失敗
爭奪（守住）成功數	7		3		4		6	
爭奪成功時間			264.7				274.2	
結果	AX（♂）＞BY（♀）				DY（♂）＞CX（♀）			
推論結果	DY（♂）＞BY（♀）							

圖九 性別差距是否影響無居所蝦蛄爭奪有居所蝦蛄居所



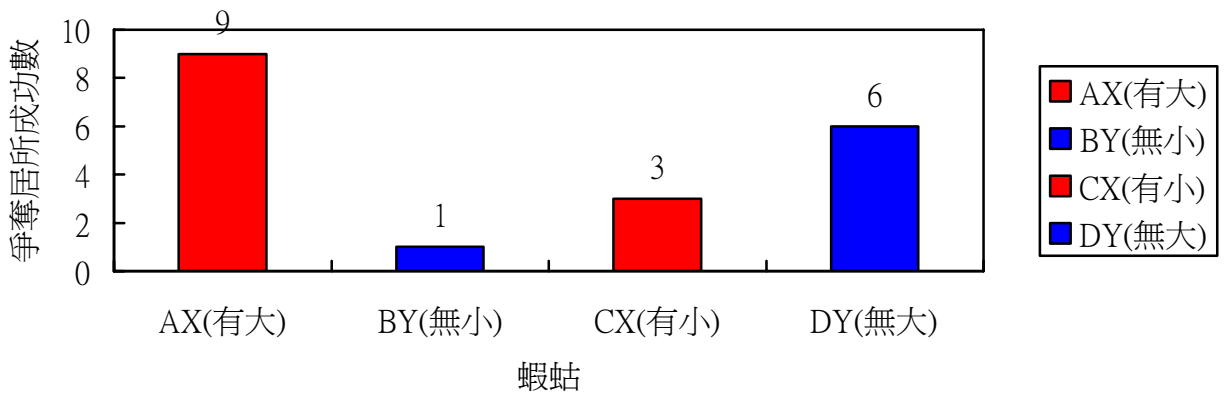
由表十六、圖九結果發現，當有居所蝦蛄是雄性AX蝦蛄，無居所雌性BY蝦蛄爭居所成功次數有3次；當有居所蝦蛄是雌性CX蝦蛄，無居所雄性DY蝦蛄爭居所成功次數達6次。推論，雄蝦蛄爭居所成功數高於雌性蝦蛄；但時間強度差異不大。

實驗四~（一）~2體型差距是否影響無居所蝦蛄爭奪有居所蝦蛄

表十七　體型差距是否影響無居所蝦蛄爭奪有居所蝦蛄結果記錄表

配對 / 是否 / 實驗次 / 成功（V）	第一種配對方式				第二種配對方式			
	有居所蝦蛄體型大		無居所蝦蛄體型小		有居所蝦蛄體型小		無居所蝦蛄體型大	
	AX	是否守住居所	BY	完成時間（秒）	CX	是否守住居所	DY	完成時間（秒）
第 1 次實驗 X、Y＝1	V	守住居所	×	爭奪失敗	×	失去居所	V	438
第 2 次實驗 X、Y＝2	V	守住居所	×	爭奪失敗	V	守住居所	×	爭奪失敗
第 3 次實驗 X、Y＝3	V	守住居所	×	爭奪失敗	×	失去居所	V	199
第 4 次實驗 X、Y＝4	×	失去居所	V	590	V	守住居所	×	爭奪失敗
第 5 次實驗 X、Y＝5	V	守住居所	×	爭奪失敗	×	失去居所	V	121
第 6 次實驗 X、Y＝6	V	守住居所	×	爭奪失敗	×	停角落	×	停居所旁
第 7 次實驗 X、Y＝7	V	守住居所	×	爭奪失敗	×	失去居所	V	420
第 8 次實驗 X、Y＝8	V	守住居所	×	爭奪失敗	×	失去居所	V	281
第 9 次實驗 X、Y＝9	V	守住居所	×	爭奪失敗	×	失去居所	V	510
第 10 次實驗 X、Y＝10	V	守住居所	×	爭奪失敗	V	守住居所	×	爭奪失敗
爭奪（守住）成功數	9		1		3		6	
爭奪成功時間			590				281.3	
結果	AX（大體型）＞BY（小體型）				CX（小體型）＜DY（大體型）			
推論結果	DY（大體型）＞BY（小體型）							

圖十 體型差距是否影響無居所蝦蛄爭奪有居所蝦蛄居所



由表十七、圖十結果發現，當有居所蝦蛄是體型大的AX蝦蛄，無居所的小體型BY蝦蛄爭居所成功數有1次；當有居所蝦蛄是體型小的CX蝦蛄，無居所的大體型DY蝦蛄爭居所的成功數6次。推論，體型大的蝦蛄爭居所強於小體型蝦蛄。

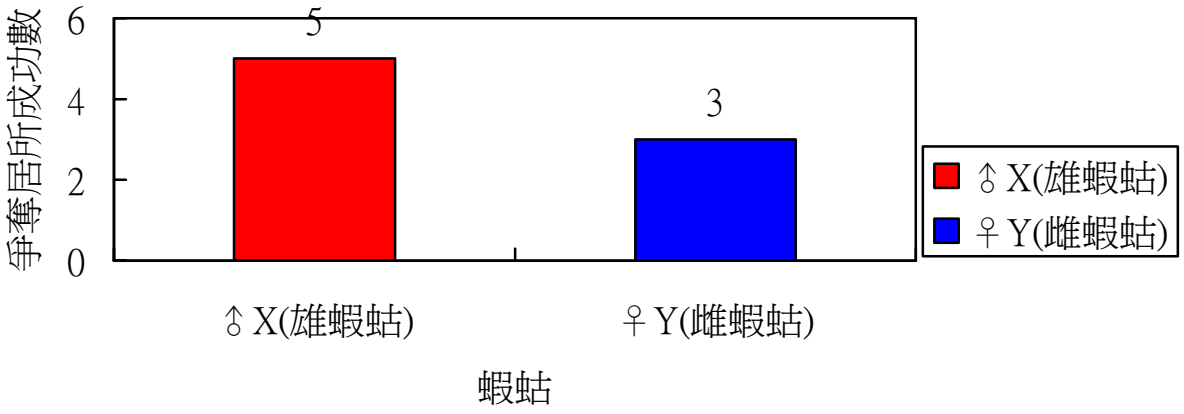
實驗四~（二）二無居所蝦蛄爭一居所

實驗四~（二）~1性別是否影響二無居所蝦蛄爭奪一居所

表十八　性別是否影響二無居所蝦蛄爭奪居所結果記錄表

性別 / 是否 / 實驗次 / 成功（V）	二無居所蝦蛄爭一居所			
	雄蝦蛄		雌蝦蛄	
	♂X	完成時間（秒）	♀Y	完成時間（秒）
第 1 次實驗 X、Y＝1	×	爭奪失敗	V	120
第 2 次實驗 X、Y＝2	V	90	×	爭奪失敗
第 3 次實驗 X、Y＝3	×	爭奪失敗	V	175
第 4 次實驗 X、Y＝4	V	45	×	爭奪失敗
第 5 次實驗 X、Y＝5	×	爭奪失敗	V	90
第 6 次實驗 X、Y＝6	V	60	×	爭奪失敗
第 7 次實驗 X、Y＝7	V	92	×	爭奪失敗
第 8 次實驗 X、Y＝8	×	停居所旁	×	停居所旁
第 9 次實驗 X、Y＝9	×	停角落	×	停居所旁
第 10 次實驗 X、Y＝10	V	105	×	爭奪失敗
成功數	5		3	
平均成功時間	78.4		385	
結果	♂X（5次）＞♀Y（3次）			

圖十一　性別差距是否影響二無居所蝦蛄爭奪居所



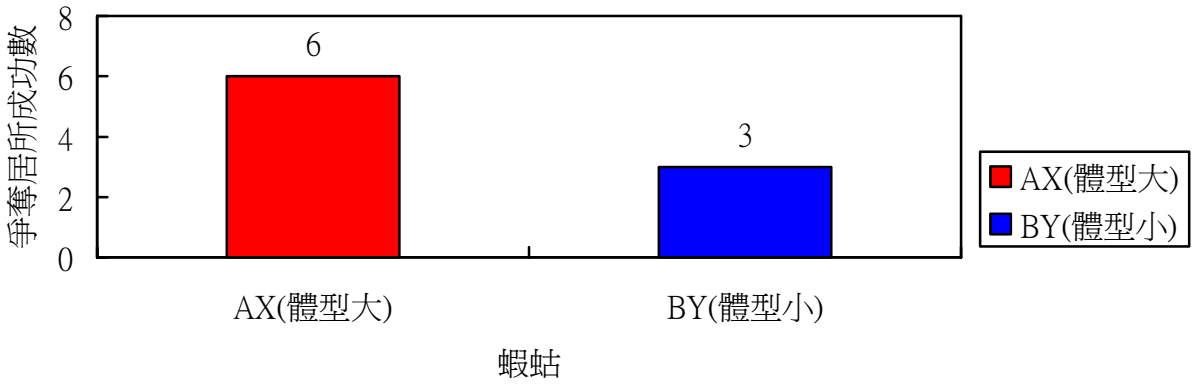
由表十八、圖十一結果發現，雄性蝦蛄♂X爭奪居所成功數大於雌性♀Y蝦蛄；在爭奪居所時間強度上♂X蝦蛄明顯快於♀Y蝦蛄。

實驗四~（二）~2體型差距是否影響二無居所蝦蛄爭奪一居所

表十九　體型差距是否影響二無居所蝦蛄爭奪居所結果記錄表

體型大小 / 是否成功（V） / 實驗次	二無居所蝦蛄爭一居所			
	體型大蝦蛄		體型小蝦蛄	
	AX	完成時間（秒）	BY	完成時間（秒）
第 1 次實驗 X、Y＝1	V	15	×	爭奪失敗
第 2 次實驗 X、Y＝2	×	爭奪失敗	V	180
第 3 次實驗 X、Y＝3	V	48	×	爭奪失敗
第 4 次實驗 X、Y＝4	×	爭奪失敗	V	96
第 5 次實驗 X、Y＝5	V	90	×	爭奪失敗
第 6 次實驗 X、Y＝6	×	停居所旁	×	停居所旁
第 7 次實驗 X、Y＝7	V	70	×	爭奪失敗
第 8 次實驗 X、Y＝8	V	45	×	爭奪失敗
第 9 次實驗 X、Y＝9	×	爭奪失敗	V	29
第 10 次實驗 X、Y＝10	V	38	×	爭奪失敗
成功數	6		3	
平均成功時間	44.7		101.7	
結果	AX（體型大6次）＞BY（體型小3次）			

圖十二 體型差距是否影響二無居所蝦蛄爭奪居所



由表十九、圖十二結果發現，體型大的蝦蛄AX爭奪居所成功數明顯大於體型小的蝦蛄BY；在爭奪居所的時間強度上，AX蝦蛄也是明顯較快。

陸、討論

一、先備實驗探討最易引發打鬥的觀察箱尺寸及情境，如進一步探討最易打鬥的水溫、含氧量、光線、時間等，相信會增加實驗的準確性。

二、從實驗數據分析發現，若只使用攻擊行爲次數來判斷蝦蛄打鬥勝負，準確率也可高達80%以上。若要簡化實驗，可考慮只用攻擊行爲次數決定勝負，但準確性稍差些。

三、蝦蛄的展示點除了淺色系與深色系外，介於之間還有橘色與粉紅色，也可考慮納入實驗配對，但補捉的蝦蛄以白色與深紫色較多，介於之間的樣本數不足，故無法配對。

四、蝦蛄威嚇行爲實驗發現雌性及體型小者威嚇次數明顯偏高，隱含弱者的威嚇行爲次數較多，打鬥能力也弱，但我們又不敢妄下此種推論，原因是當配對蝦蛄體型差距大於20%以上時，小型蝦蛄使用威嚇行爲次數反而又明顯下降，因此實有必要進一步研究以求釐清。這也是我們不將「威嚇行爲次數」列入「打鬥指數」的主要原因。

五、蝦蛄打鬥時具有主場優勢，推測其原因應與此種生物的強烈領域性有關，當有入侵者時會激發其打鬥意志。有幾組沒有如我們預期的結果一樣獲勝，我們推論可能是因爲主場蝦蛄還沒有認定領域，某些蝦蛄要形成主場優勢的時間需要超過 24 小時以上。

六、實驗後我們嘗試著做「主客場蝦蛄互換」的實驗，但必需讓打鬥過後的 2 尾蝦蛄分開並休息一週以上，等體力恢復後才能再公平的進行實驗，而實驗結果仍是由主場蝦蛄獲勝的次數較多，只是此部分並未列入正式實驗結果。

七、實驗中我們也意外發現少數體型小的蝦蛄打鬥能力強於體型大蝦蛄，進一步觀察，發現體型雖小但其攻擊附肢卻異常發達，因此我們認爲此因素如能進一步控制會更增實驗準確性。

八、除探討性別與體型差距等因子對打鬥勝負的影響外，也可進一步將影響打鬥勝負的四種行爲分項探討，例如性別是否影響逃避行爲與背對行爲出現次數等。

九、在爭奪居所實驗，當蝦蛄爭奪居所成功後，有可能會再被爭奪回去，造成反復拉距的情形，而我們在實驗中設定只要爭奪成功 60 秒立即停止實驗觀察，這是爲了觀察與記錄上的簡化方便，未來研究應可採繼續觀察反復拉鋸的情形。

十、爭居所實驗時發現，二無居所蝦蛄爭奪一居所的成功時間明顯短於無居所蝦蛄爭奪有居所蝦蛄的成功時間，原因可能是爭奪有居所的蝦蛄因已形成強烈領域性，故要發生打鬥行爲才能將其驅逐，奪取居所，故所花時間較長，而二無居所蝦蛄爭奪一居所的實驗明顯打鬥較弱，取決於誰先進入居所內即算爭奪成功。

十一、由於我們沒有研究以前的打鬥經驗是否對後來實驗造成影響，所以將成功海域捕捉的蝦蛄飼養於一個大水族箱，將沙港海域捕捉的蝦蛄飼養於另一大水族箱，當要形成實驗配對時分別從二個水族箱內各撈取適合樣本配對，如此就可避免先前經驗對實驗結果的影響。

柒、結論

一、蝦蛄在 20 cm×20 cm×15 cm尺寸及沒有居所的觀察箱中最易引發打鬥行爲，其順序是威嚇行爲再是移動前進的攻擊行爲及被攻擊者的防禦行爲最後是輸者逃避或背對行爲。決定輸贏的依據是「打鬥指數」，高者爲贏，低者爲輸。

二、雌性蝦蛄、體型差距 15%的小型蝦蛄、蛻殼時間一天的蝦蛄、展示點深紫色蝦蛄的威嚇行爲次數較高。

三、先置入的主場蝦蛄、雄性蝦蛄、大體型蝦蛄打鬥能力較強。

四、雄性蝦蛄、大體型蝦蛄的爭奪居所能力較強。

捌、參考資料與發展研究

一、參考資料

王嘉祥（民76）。蝦兵蟹將。（18-21 頁）。台灣省政府教育廳。

洪國雄（民85）。走過潮間帶。（108-112 頁）。澎湖文化中心。

台灣省政府教育廳（民72）。中華兒童百科全書。（2892-2893 頁）。

陳俊宏（民83）。台灣淡水蝦蟹的認識及保育，國立臺灣大學動物學系。

王克行（民85）。蝦蟹類增養殖學。水產出版社。

Huber R, Orzeszyna M, Pokorny N, and Kravitz EA. 1997.Brain, Behavior and Evolution 50 (suppl 1): 60-68.

要命的拳擊手--大指蝦蛄（無日期）取自：
http://study.nmmba.gov.tw/upload/Resource/conserv1220.htm

海中劍客--蝦蛄（無日期）取自：
http://www.nmns.edu.tw/New/PubLib/NewsLetter/90/165/08.htm

當流星鎚遇到西洋劍--談蝦蛄的行爲（無日期）取自：
http://book.tngs.tn.edu.tw/database/scientieic/content/1996/00030315/0011.htm

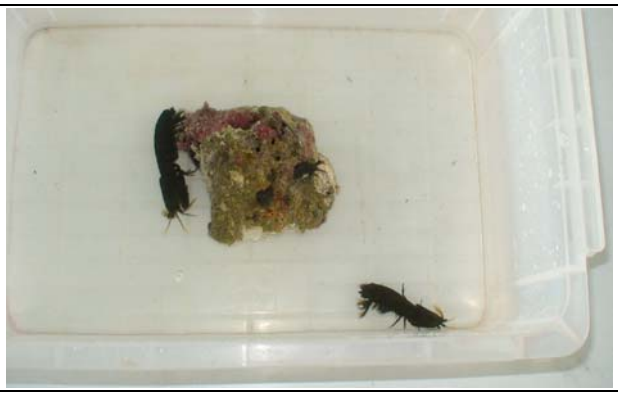
二、發展研究

（一）蝦蛄攝食行爲：如何捕食及對食物的趨性研究。

（二）蝦蛄學習行爲：由蝦蛄攝食對蚌殼擊打，似乎隱含其具有學習行爲。

（三）其它：蝦蛄「展示點深淺」與打鬥行爲及爭奪居所勝負是否相關。

附錄【其它實驗照片】PS：屬於實驗動態攝影部分，於口試當天以電腦呈現畫面，也證明實驗的真實性。

先備實驗~打鬥箱尺寸決定	先備實驗~打鬥箱情境佈置決定
威嚇行爲實驗照片~兩尾蝦蛄正互相威嚇，右邊蝦蛄剛蛻殼一天，全身尚未硬化，沒有攻擊力，只會表現威嚇行爲	蝦蛄的打鬥行爲實驗照片~左邊蝦蛄舉起尾扇防禦
	
無居所蝦蛄爭奪有居所蝦蛄實驗~有居所蝦蛄躲藏於居所中	兩無居所蝦蛄爭奪一居所實驗~左邊蝦蛄正準備入居所
蝦蛄雌雄也可由體色判斷~雄性體色深雌性體色淺	有居所蝦蛄躲藏於居所洞穴中情形

【評　語】　081554　大指蝦蛄打鬥行爲與居所競爭研究

觀察大指蝦蛄打鬥行爲，重視實驗設計，並有具體結果及推論，可見其用心。但除了觀察打鬥輸贏之外，還應探討引發打鬥之原因，以利結果分析。