

中華民國 第 49 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生物科

佳作

080303

短脊槍蝦(*Alpheus brevicristatus*)配對行為研究

學校名稱：澎湖縣湖西鄉成功國民小學

作者： 小六 吳承偉 小六 王佳玲 小六 李旻昇 小六 陳姿樺 小六 許哲豪 小六 李品清	指導老師： 陳正達 徐舒眉
---	-------------------------

關鍵詞：性比、配對率、配對專一率

研究題目--短脊槍蝦配對行為研究

摘要：

槍蝦可從是否抱卵及螯足大小等特徵辨雌雄；雌雄性比約 58：42；成對比率約 67%；體長以 30~35 mm 比率最高；雌雄配對體長關係呈正相關且雌蝦大於雄蝦；管徑 3 cm、開口數 3、雌蝦沒抱卵、雌雄體型相近及同時置入雌雄槍蝦實驗時其配對率較高；實驗對數越多、置入大體型雄蝦、配對時間越短及配對後再分離時間越長其配對專一率較低；槍蝦配對辨識部位主要在小觸角且由雄蝦主導配對行為。

壹、研究動機

星期日與爸爸相約去釣石斑魚，前一天趁著退潮時到潮間帶挖掘釣魚用的活餌--槍蝦。我們來到槍蝦棲地時，地上佈滿了槍蝦洞穴，我楞在一旁不知該如何下手，卻見爸爸輕鬆的就挖出一對對槍蝦，爸爸笑著說：「這是短脊槍蝦，棲息在潮間帶的砂泥底及海草草澤區，而且大部份是雌雄成對生活在一起。」聽爸爸這樣說，使我對槍蝦產生了濃厚的興趣，與老師討論後，決定以「槍蝦的配對行為研究」，參加今年度的科展比賽。本次研究與康軒五下自然第二單元--動物世界面面觀有相關性。

貳、研究目的

- 一、瞭解如何辨別槍蝦的雌雄並調查雌雄性比與配對率。
- 二、調查槍蝦的雌雄體型分佈及配對槍蝦的雌雄體型關係。
- 三、探討影響槍蝦配對率的因素。
- 四、探討影響槍蝦配對專一率的因素。
- 五、瞭解雌雄槍蝦觸角在配對辨識上的影響力。

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
短脊槍蝦	約 500 尾	游標尺	2 把
水族箱	2 個	手錶	3 個
實驗盤（不同大小）	9 個	撈魚網	2 支
打氣設備	2 組	配對盒（有蓋子）	50 個
塑膠方格（1x1m）	2 塊	標識貼紙	200 塊
剪刀	1 把	數位攝影機	1 台
雙口暗管（不同管徑）	50 支	相機	1 台
三口暗管	10 支	放大鏡	2 支

肆、研究過程或方法

短脊槍蝦屬槍蝦科學名Alpheus brevicristatus俗名草蝦，因其生長在卵葉鹽草和線葉二藥草所組成的海草草澤區而得名。本次研究先調查槍蝦雌雄性比、配對率、體型分佈及配對體型關係再進行實驗室內的配對率與配對專一率研究，實驗用的短脊槍蝦全採自沙港潮間帶海草草澤區，在一切就緒後，開始進行研究：

一、瞭解如何辨別槍蝦的雌雄並調查雌、雄性比與配對率

(一) 瞭解如何辨別槍蝦的雌、雄

方法：採集配對的槍蝦 5 對，帶回實驗室後仔細觀察雌、雄槍蝦外部形態特徵、差異，最後以繪圖及攝影方式，整理雌、雄槍蝦的辨識方法。

(二) 調查槍蝦雌、雄性比與配對率並與實驗室之配對率實驗相比較

方法：1. 性比 = 雌個體數 ÷ (雌個體數 + 雄個體數)；調查配對率 = 有配對的尾數 ÷ (有配對的尾數 + 沒配對的尾數)。

2. 於 98 年 1 月~3 月，每月各選擇 1 天，前往槍蝦棲地，以 1x1 公尺的塑膠方格，隨機取樣 50 點，以徒手循洞挖掘方式在 50 個點上捕捉槍蝦 100 尾。

3. 統計這 100 尾中的雌、雄尾數，再以步驟 1 公式求性比。

4. 統計這 100 尾中有配對的雌、雄尾數及沒配對的雌、雄尾數，再以步驟 1 公式求調查配對率。

5. 從每月所捕捉的 100 尾槍蝦中，隨機選取有配對關係的槍蝦 20 對，於實驗室 50x40x15 cm 的盤中重新飼養並置暗管 20 支供其配對，3 時後，求其實驗配對率並與調查結果做比較。

二、調查槍蝦的雌雄體型分佈及配對槍蝦的雌雄體型關係

(一) 調查槍蝦的雌雄體型分佈

方法：1. 選擇的體型因子為身體長度，體長是以游標尺（精確度 0.05 mm）測量自眼窩後緣至尾柄的直線距離。

2. 將 98 年 1 月~3 月每次所捕捉的 100 尾槍蝦分雌、雄記錄體長，再做成雌、雄槍蝦的體型分佈圖。（為簡化體型數據記錄，體長是以四捨五入方式，取毫米之整數值，例：33.56 mm 記錄成 34 mm）。

(二) 調查配對槍蝦的雌雄體型關係並與實驗室結果相比較

方法：1. 從 98 年 2 月所捕捉的有配對關係的槍蝦中，隨機抽取 20 對，測量雌、雄體長，將雌、雄槍蝦體長數據列表，探討配對槍蝦的雌、雄體型關係。（為求精確，體長是以四捨五入方式，取至小數第 1 位，例：33.56 mm 記錄成 33.6 mm）

2. 將步驟一所抽取的 20 對槍蝦於實驗室內重新飼養配對，3 時後將有配對關係槍蝦撈起進行如步驟 1 之測量，比較實驗室飼養的配對體型關係與自然產地差異。

三、探討影響槍蝦配對率的因素

(一) 探討配對居所之管徑大小是否影響配對率

方法：當雌雄槍蝦於實驗後第 1、2、3 小時，雌、雄同時共居於暗管中即算成功配對，實驗室配對率 = (完成配對的雌雄尾數 ÷ 實驗總尾數) × 100。實驗分三組，操縱變因為配對居所管徑大小，其餘控制相同：第一組，選擇管徑 3 cm、開口數 1 的暗管 10 支，將中體型 (30~35 mm) 雌 (無抱卵) 雄槍蝦各 10 尾飼養 32x25x7 cm 的盤子裡，於 1、2、3 時後統計其配對率。

第二組，方法同一組，但選擇管徑 4 cm 管子。

第三組，選擇管徑 5 cm 的管子。

比較各組配對率，並以不同槍蝦重複實驗三次，再求平均值。

(二) 探討配對居所之開口數是否影響配對率

方法：實驗分三組，操縱變因為配對居所開口數，其餘因素各組控制相同：第一組，選擇管徑 3 cm、開口數 1 暗管 10 支，將中體型 (30~35 mm) 雌 (無抱卵) 雄槍蝦各 10 尾飼養 32x25x7 cm 的盤子裡，於 1、2、3 時後統計配對率。

第二組，方法同一組，但選擇開口數 2 的管子。

第三組，選擇開口數 3 的管子。

比較各組配對率，並以不同槍蝦重複實驗三次，再求平均值。

(三) 探討配對槍蝦之雌蝦抱卵是否影響配對率

方法：實驗分成三組，操縱變因為雌蝦是否抱卵，其餘控制相同：

第一組，選擇管徑 3 cm、開口數 1 暗管 10 支，將中體型 (30~35 mm) 雌 (無抱卵) 雄槍蝦各 10 尾飼養 32x25x7 cm 的盤子裡，於 1、2、3 時後統計其配對率。

第二組，方法同一組，但選擇有抱卵雌蝦進行實驗。

第三組，選擇雌蝦 5 尾抱卵 5 尾不抱卵進行實驗。

比較各組配對率，並以不同槍蝦重複實驗三次，再求平均值。

(四) 探討配對槍蝦之雌雄體型差異極大時是否影響配對率

方法：實驗分成三組，操縱變因為雌雄體型差異，其餘因素保持不變：

第一組，選擇管徑 3 cm、開口數 1 暗管 10 支，將中體型 (30~35 mm) 雌 (無抱卵) 雄槍蝦各 10 尾飼養 32x25x7 cm 的盤子裡於 1、2、3 時後統計其配對率。

第二組，方法同一組，但置入大體型雄蝦 (42 mm 以上) 及小體型 (17 mm 以下) 雌蝦。

第三組，小體型 (17 mm 以下) 雄蝦及大體型 (42 mm 以上) 雌蝦。

比較各組配對率，並以不同槍蝦重複實驗三次，再求平均值。

(五) 探討配對槍蝦之雌雄置入次序是否影響配對率

方法：實驗分成三組，操縱變因為雌雄槍蝦置入次序，其餘因素保持不變：

第一組，選擇管徑 3 cm、開口數 1 暗管 10 支，將中體型（30~35 mm）雌（無抱卵）雄槍蝦各 10 尾同時置入 32x25x7 cm 的盤子裡，於 1、2、3 時後統計其配對率。

第二組，方法同一組，但先置雄蝦，1 時後再放雌蝦。

第三組，先置雌蝦，1 時後再放雄蝦。

比較各組配對率，並以不同槍蝦重複實驗三次，再求平均值。

四、探討影響槍蝦配對專一率的因素

(一) 探討實驗對數增加是否影響配對專一率

方法：將原棲地有配對關係的槍蝦重新飼養後，還能與原配對槍蝦配成對，代表具有配對專一性。

配對專一率 = (完成配對且具有專一性的對數 : 實驗對數) × 100

實驗分成三組，操縱變因為實驗槍蝦對數，其餘因素保持不變：

第一組，選擇原棲地就配對的中體型槍蝦 5 對，做好標記 (♂ 1 ♀ 1、♂ 2 ♀ 2... ♂ 5 ♀ 5)，飼養於 32x25x7 cm 盤子裡，盤內置暗管 5 支，統計 3 時後是否還能與原槍蝦配對。

第二組，方法同一組，增加實驗對數至 10 對，置暗管 10 支。

第三組，15 對且置暗管 15 支。

比較三組配對專一率的差異，並重複實驗三次，再求平均值。

(二) 探討置入更大體型雌雄槍蝦是否影響原棲地配對槍蝦的配對專一率

方法：實驗分成三組，操縱變因為同時置入更大體型雌槍蝦或雄槍蝦：

第一組，選擇原棲地配對的中體型槍蝦 5 對，做好標記 (♂ 1 ♀ 1、♂ 2 ♀ 2... ♂ 5 ♀ 5)，飼養 32x25x7 cm 盤中，盤內置暗管 5 支，做為棲息與配對場所，統計 3 時後是否還能與原槍蝦配對。

第二組，方法同一組，但於盤內同時再置入 5 尾大體型（42 mm 以上）雄槍蝦編號 (♂ A、♂ B... ♂ E)。

第三組，同時再置入 5 尾大體形（42 mm 以上）雌槍蝦編號 (♀ A、♀ B... ♀ E)。

比較三組配對專一率的差異，並重複實驗三次，再求平均值。

(三) 探討雌雄槍蝦配對時間長短是否影響配對專一率

方法：實驗分成三組，操縱變因為實驗室飼養的配對時間長短：

第一組（配對時間最短），選擇中體型雌雄槍蝦各 20 尾飼養於 42×33×12 cm 的盤子裡，盤內置暗管 20 支，做為棲息配對場所，3 時後將有配對關係的槍蝦選擇 10 對撈起，做好標記（♂1♀1、♂2♀2…♂10♀10），飼養於另一 32×25×7 cm 的盤子裡，再隔 3 小時後統計槍蝦配對專一率。

第二組（配對時間次短）方法同一組，於配對 6 小時後撈起實驗。

第三組（配對時間最長）方法同一組，於配對 9 小時後撈起實驗。

比較三組配對專一率的差異，並重複實驗三次，再求平均值。

(四) 探討雌雄槍蝦配對後再分離時間長短是否影響配對專一率

方法：實驗分三組，操縱變因為實驗室飼養配對後再分離時間長短：

第一組（分離時間最短），方法同實驗（四）第一組，但於 3 時後將有配對關係的槍蝦選擇 10 對撈起，做好標記並將雌雄槍蝦分離飼養，3 小時後再重新飼養於盤子裡，統計 3 小時後配對專一率。

第二組（分離時間次短），方法同一組，但槍蝦分離飼養 6 小時。

第三組（分離時間最長），槍蝦分離飼養 9 小時。

比較三組配對專一率差異，重複實驗三次，再求平均值。

五、瞭解雌雄槍蝦觸角在配對辨識上的影響力

(一) 探討槍蝦觸角在配對辨識上的影響力

方法：實驗觀察發現槍蝦在成對過程中先以觸角接觸，而後才發生與性辨識有關的行為反應。想瞭解短脊槍蝦在配對辨識，主要是靠大觸角或是小觸角，因此設計下面實驗：

第一組，中體型雌、雄槍蝦各 10 尾，飼養於 32×25×7 cm 的盤子裡，盤內置暗管 10 支，做為配對居所，3 小時後統計配對率。

第二組，方法同一組，但放入剪掉大觸角的雌、雄槍蝦進行實驗。

第三組，剪掉小觸角。

第四組，剪掉大、小觸角。

以上實驗反復三次，比較各組槍蝦的配對率。

(二) 探討槍蝦配對時的可能主導性別

方法：實驗（一）結果得知小觸角切除對配對辨認影響最大，進一步想瞭解雌雄槍蝦的小觸角在配對辨識過程中誰有主導性。

第一組，以有小觸角的雌雄槍蝦實驗。

第二組，方法同一組，但剪掉雌蝦小觸角。

第三組，剪掉雄蝦小觸角。

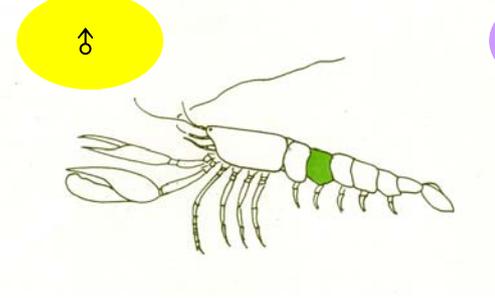
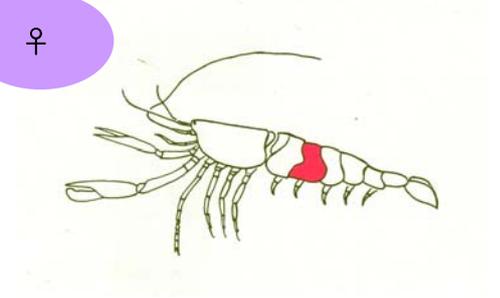
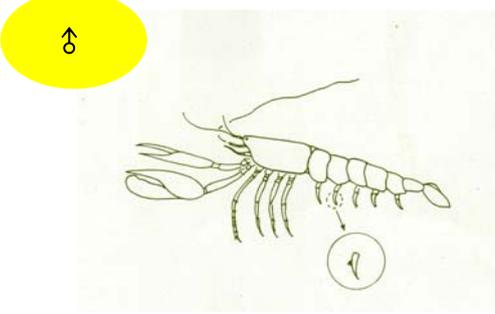
第四組，剪掉雌雄蝦小觸角。

以上實驗反復三次，比較各組槍蝦的配對率。

一、瞭解如何辨別槍蝦的雌雄並調查雌雄性比與配對率

(一) 如何辨別槍蝦雌雄

表二 槍蝦的雌雄辨識方法

	
<p>雄性沒有抱卵</p>	<p>雌性抱卵（綠色卵）</p>
	
<p>雄性螯足大且明顯</p>	<p>雌性螯足較小</p>
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>♂</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>♀</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>♂</p> </div>	

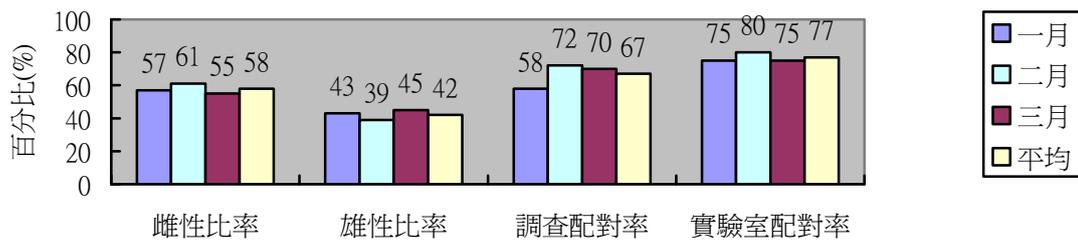
由表二發現，性別辨識除從抱卵、螯足大小外，亦可觀察第二對腹肢之內肢有無雄性突起；腹部第二腹板雄性呈長方形，雌性較大且為圓鈍形。

(二) 調查野外槍蝦的雌雄性比與配對率

表三 槍蝦的雌雄性比與配對率

野外與實驗室 性比 與 配對 率 月份	野外調查					實驗室 配對率	
	配對尾數 (a+b)		單獨尾數 (c+d)		雌雄 性比	野外配對率	抽取 20 對實驗飼 養配對率
	雌 (a)	雄 (b)	雌 (c)	雄 (d)	a+c /b+d	a+b/100	有配對 尾數/40
一月	29	29	28	14	57/43	58%	75%
二月	36	36	25	3	61/39	72%	80%
三月	35	35	20	10	55/45	70%	75%
平均	33.3	33.3	24.3	9	58/42	67%	77%

圖一 槍蝦雌雄性比與配對率



由表三、圖一發現，每月均以雌個體數居多，1~3 月雌雄性比平均約 58:42。調查成對比率，1~3 月平均約 67%低於實驗室的 77%。

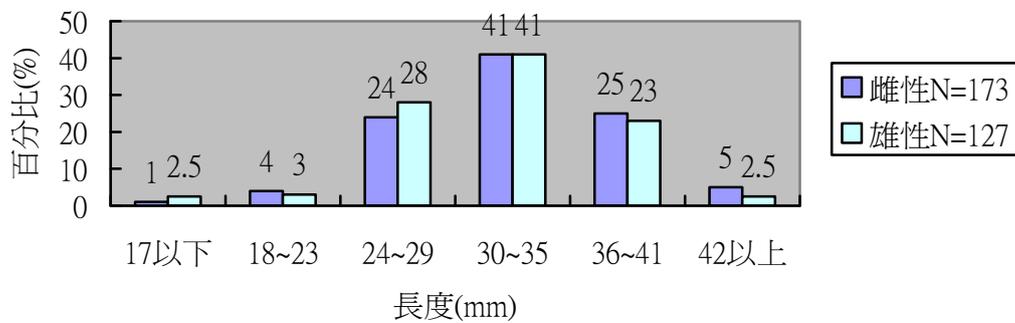
二、調查槍蝦的雌雄體型分佈及配對槍蝦的雌雄體型關係

(一) 槍蝦雌雄體型分佈

表四 雌雄槍蝦體長分佈

月份	體長 尾數	17 mm以下		18~23 mm		24~29 mm		30~35 mm		36~41 mm		42 mm以上	
		雌	雄	雌	雄	雌	雄	雌	雄	雌	雄	雌	雄
一月	尾數	1	1	2	1	14	13	22	17	14	10	4	1
	百分比 57:43 雌:雄	2	2	3.5	2	25	30	39	40	25	23	7	2
二月	尾數	1	1	3	1	15	12	23	15	17	9	2	1
	百分比 61:39 雌:雄	2	3	5	3	25	31	38	38	28	23	3	2
三月	尾數	0	1	2	2	13	11	26	20	12	10	2	1
	百分比 55:45 雌:雄	0	2	3	5	24	26	47	48	21	24	3	2
合計	尾數	2	3	7	4	42	36	71	52	43	29	8	3
	百分比 173: 127 雌:雄	1	2.5	4	3	24	28	41	41	25	23	5	2.5

圖二 槍蝦雌雄體型分佈



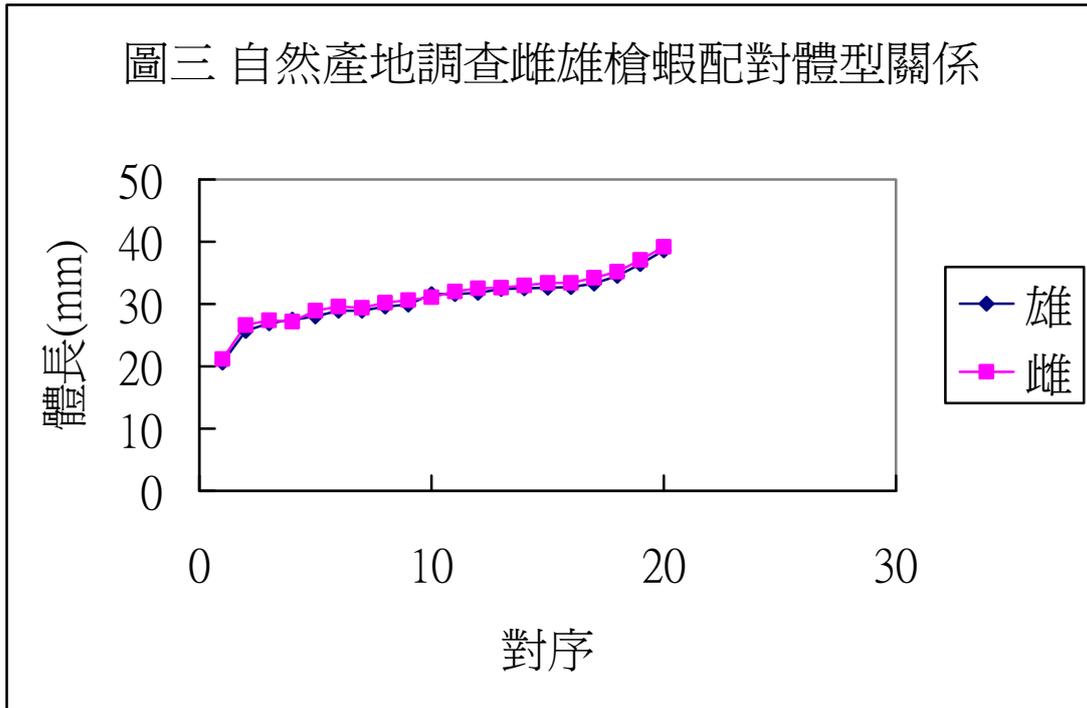
由表四、圖二發現，不管雌雄均以 30~35 mm 體長比例最多，17 mm 以下、42 mm 以上之體長比例極低。

(二) 配對槍蝦的雌雄體型關係

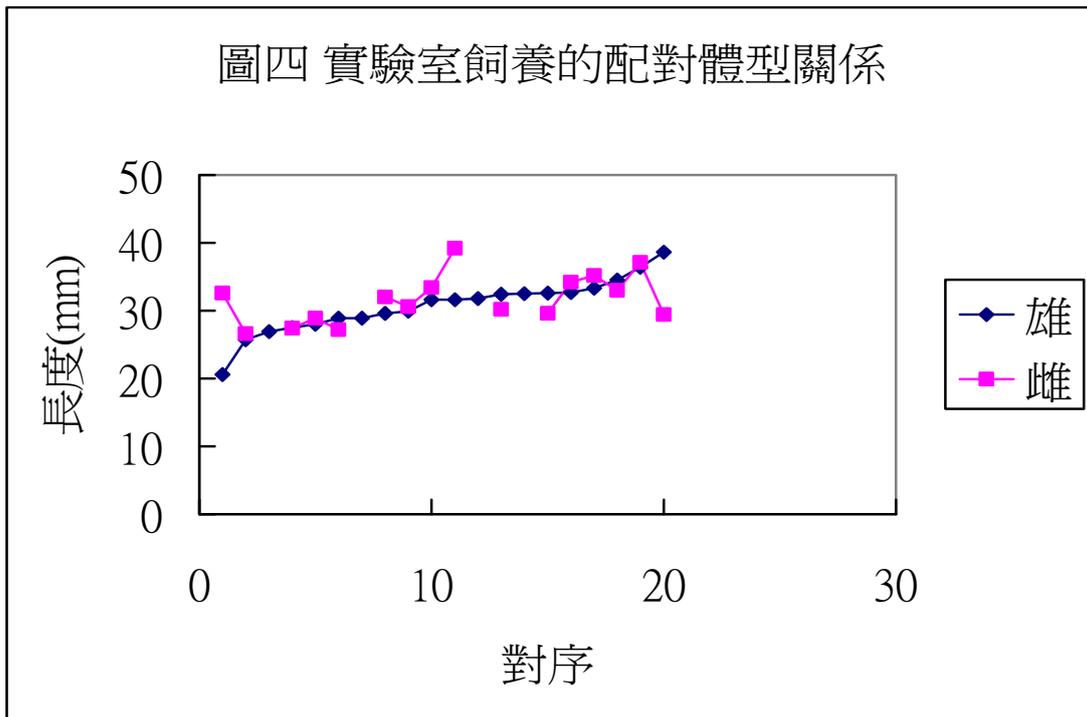
表五 配對槍蝦的雌雄體長關係

調查 長度 對序	自然產地調查				實驗室飼養重新配對			
	雄體長 (mm)	雌體長 (mm)	差距 (mm) (雌-雄)	比值 (雄/雌)	雄體長 (mm)	雌體長 (mm)	差距 (mm) (雌-雄)	比值 (雄/雌)
1	20.6	21.2	0.6	0.97	20.6	32.6	12	0.63
2	25.7	26.6	0.9	0.97	25.7	26.6	0.9	0.97
3	26.9	27.4	0.5	0.98	26.9	未配對	不列入計算	
4	27.5	27.2	-0.3	1.01	27.5	27.4	-0.1	1.00
5	28.0	28.9	0.9	0.97	28.0	28.9	0.9	0.97
6	28.9	29.6	0.7	0.98	28.9	27.2	-1.7	1.06
7	28.9	29.4	0.5	0.98	28.9	未配對	不列入計算	
8	29.6	30.2	0.6	0.98	29.6	32	2.4	0.93
9	29.9	30.6	0.7	0.97	29.9	30.6	0.7	0.98
10	31.6	31.1	-0.5	1.02	31.6	33.4	1.8	0.95
11	31.6	32	0.4	0.99	31.6	39.2	7.6	0.81
12	31.8	32.5	0.7	0.98	31.8	未配對	不列入計算	
13	32.4	32.6	0.2	0.99	32.4	30.2	-2.2	1.07
14	32.5	33	0.5	0.98	32.5	未配對	不列入計算	
15	32.6	33.4	0.8	0.98	32.6	29.6	-3	1.10
16	32.7	33.4	0.7	0.98	32.7	34.2	1.5	0.96
17	33.3	34.2	0.9	0.97	33.3	35.2	1.9	0.95
18	34.5	35.2	0.7	0.98	34.5	33	-1.5	1.05
19	36.4	37.1	0.7	0.98	36.4	37.1	0.7	0.98
20	38.6	39.2	0.6	0.98	38.6	29.4	-9.2	1.31
平均	30.7	31.2	0.54	0.98	30.9	31.7	0.79	0.98

圖三 自然產地調查雌雄槍蝦配對體型關係



圖四 實驗室飼養的配對體型關係



由表五、圖三、圖四發現，調查配對槍蝦體長差距平均約 0.54 mm，而且雌蝦的體長大於雄蝦，配對槍蝦的雌雄體長有明顯的正相關；實驗室重新飼養後其配對體長差距平均約 0.79 mm，雌雄個體間的體長相關程度明顯下降。

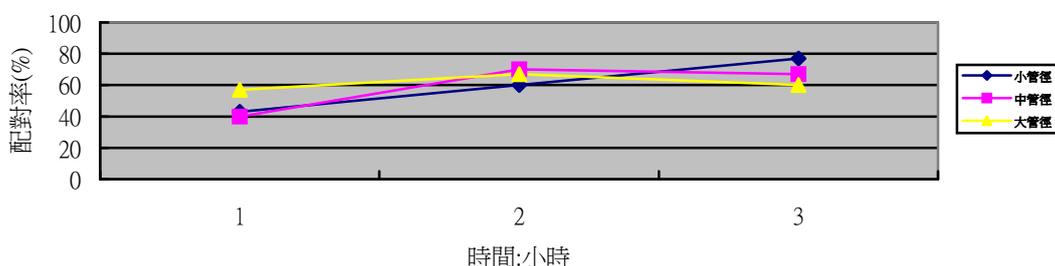
三、探討影響槍蝦配對率的因素

(一) 配對居所管徑大小是否影響配對率

表六 管徑大小與配對率

次數 \ 配對率	小管徑 3 cm			中管徑 4 cm			大管徑 5 cm		
	1 時	2 時	3 時	1 時	2 時	3 時	1 時	2 時	3 時
第一次實驗	40%	50%	80%	50%	70%	70%	60%	70%	60%
第二次實驗	30%	70%	70%	40%	60%	60%	50%	60%	50%
第三次實驗	60%	60%	80%	30%	80%	70%	60%	70%	70%
平均	43%	60%	77%	40%	70%	67%	57%	67%	60%

圖五 管徑開口與配對率



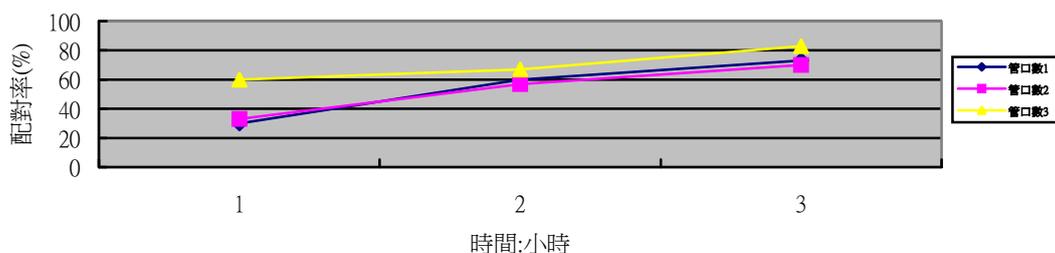
由表六、圖五發現，管徑越小配對率越高達 77%；大管徑在第 1 小時之配對率就達 57%，顯示大管徑雖無法提高最後配對率，卻能短時間內提升配對率。

(二) 配對居所管口數是否影響配對率

表七 管口數與配對率

次數 \ 配對率	管口數為 1			管口數為 2			管口數為 3		
	1 時	2 時	3 時	1 時	2 時	3 時	1 時	2 時	3 時
第一次實驗	30%	50%	70%	30%	50%	60%	50%	60%	80%
第二次實驗	40%	60%	70%	40%	40%	70%	60%	70%	90%
第三次實驗	20%	70%	80%	30%	80%	80%	70%	70%	80%
平均	30%	60%	73%	33%	57%	70%	60%	67%	83%

圖六 管口數與配對率



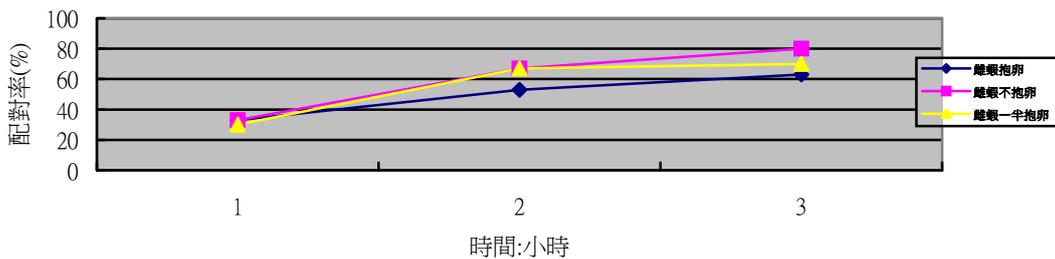
由表七、圖六發現，開口數 3 時其配對率最高達 83%，且在第 1 小時內的配對率就達 60%。

(三) 配對雌蝦抱卵是否影響配對率

表八 是否抱卵與配對率

次數 \ 配對率	雌蝦抱卵			雌蝦不抱卵			雌蝦一半抱卵		
	1 時	2 時	3 時	1 時	2 時	3 時	1 時	2 時	3 時
第一次實驗	40%	60%	60%	30%	70%	70%	30%	70%	80%
第二次實驗	20%	50%	70%	40%	60%	90%	20%	60%	60%
第三次實驗	40%	50%	60%	30%	70%	80%	40%	70%	70%
平均	33%	53%	63%	33%	67%	80%	30%	67%	70%

圖七 管徑開口與配對率



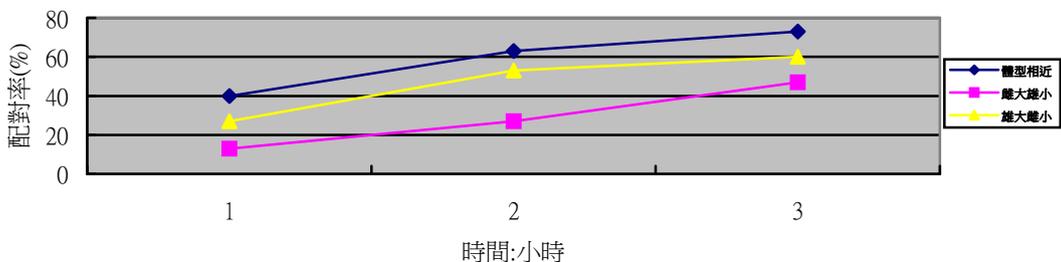
由表八、圖七發現，使用沒有抱卵的雌蝦進行實驗，其配對率最高達 80%，而抱卵的雌蝦配對率反而較低僅 63%。

(四) 配對槍蝦雌雄體型差異過大時是否影響配對率

表九 體型差異與配對率

次數 \ 配對率	雌雄體型相近			雌大雄小			雄大雌小		
	1 時	2 時	3 時	1 時	2 時	3 時	1 時	2 時	3 時
第一次實驗	40%	50%	70%	20%	30%	50%	30%	40%	70%
第二次實驗	30%	60%	70%	10%	20%	50%	20%	60%	50%
第三次實驗	50%	80%	80%	10%	30%	40%	30%	60%	60%
平均	40%	63%	73%	13%	27%	47%	27%	53%	60%

圖八 體型差異與配對率



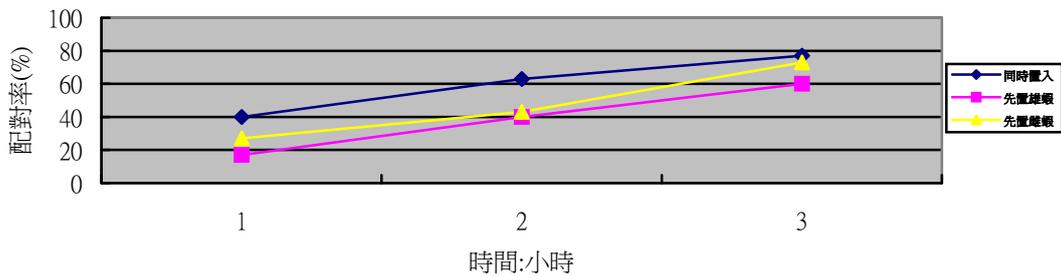
由表九、圖八發現，雌雄體型相近配對率達 73%，但是當雌雄體型差異過大時配對率下降，且大體型雌蝦配對小體型雄蝦時其配對率僅有 47%。

(五) 配對槍蝦雌雄置入次序是否影響配對率

表十 雌雄槍蝦置入順序與配對率

次數 \ 雌雄次序 配對率	同時置入			先置雄蝦再置雌蝦			先置雌蝦再置雄蝦		
	1 時	2 時	3 時	1 時	2 時	3 時	1 時	2 時	3 時
第一次實驗	40%	50%	80%	10%	30%	50%	20%	40%	70%
第二次實驗	30%	60%	70%	20%	30%	60%	30%	40%	70%
第三次實驗	50%	80%	80%	20%	60%	70%	30%	50%	80%
平均	40%	63%	77%	17%	40%	60%	27%	43%	73%

圖九 雌雄槍蝦置入順序與配對率



由表十、圖九發現，同時置入雌雄槍蝦時配對率最高達 77%；先置雄蝦再置雌蝦的配對率最低僅有 60%，且在第一小時內的配對率亦只有 17%。

四、探討影響槍蝦配對專一率的因素

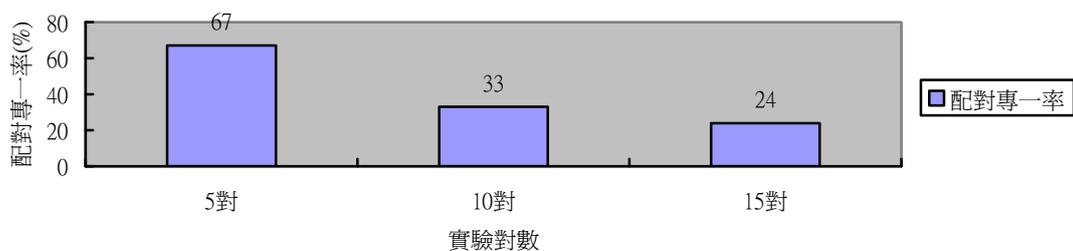
(一) 實驗對數增加是否影響配對專一率

表十一 實驗對數與配對專一率

組別	實驗次	配對情形記錄										專一率	平均																				
		配對專一率 = (完成配對且具有專一性的對數 ÷ 實驗對數) × 100																															
第一組： 5對	第一次	♂1	♂2	♂4	♂5	♂3	♀1	♀2	♀4	♀5	♀3	80%	67%																				
	第二次	♂1	♂2	♂4	♂3	♂5	♀1	♀2	♀4	♀3	♀5			60%																			
	第三次	♂2	♂4	♂5	♂3	♂1	♀2	♀4	♀5	♀1	♀3	60%																					
第二組： 10對	第一次	♂1	♂4	♂7	♂9	♂2	♂3	♂5	♂6	♂8	♂10	♀1	♀4	♀7	♀9	♀3	♀2	♀6	♀8	♀10	♀5	40%	33%										
	第二次	♂1	♂3	♂9	♂2	♂4	♂5	♂6	♂7	♂8	♂10	♀1	♀3	♀9	♀4	♀5	♀7	♀2	♀8	♀10	♀6			30%									
	第三次	♂3	♂7	♂10	♂1	♂2	♂4	♂5	♂6	♂8	♂9	♀3	♀7	♀10	♀4	♀6	♀5	♀8	♀9	♀1	♀2	30%											
第三組： 15對	第一次	♂3	♂6	♂10	♂11	♂15	♂1	♂2	♂4	♂5	♂7	♂8	♂9	♂12	♂13	♂14	♀3	♀6	♀10	♀11	♀15	♀4	♀5	♀7	♀2	♀1	♀8	♀9	♀12	♀14	♀13	33%	24%
	第二次	♂1	♂2	♂8	♂13	♂3	♂4	♂5	♂6	♂7	♂9	♂10	♂11	♂12	♂14	♂15	♀1	♀2	♀8	♀13	♀9	♀10	♀3	♀11	♀4	♀12	♀5	♀6	♀14	♀15	♀7		
	第三次	♂5	♂12	♂1	♂2	♂3	♂4	♂6	♂7	♂8	♂9	♂10	♂11	♂13	♂14	♂15	♀5	♀12	♀3	♀6	♀8	♀2	♀15	♀1	♀14	♀10	♀4	♀7	♀11	♀13	♀9	13%	

紅色表示配對且具專一性；藍色有配對但無專一性；綠色同性配對；黑色沒有完成配對（可能是獨居可能在盤中各處）

圖十 實驗對數與配對專一率



由表十一、圖十之標識成對實驗發現，實驗對數增多，原成對槍蝦再度結合在一起的機會變小，15對時配對專一率僅有24%。

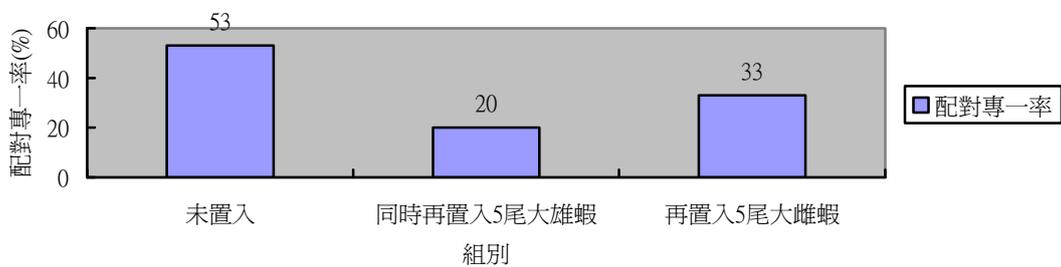
(二) 同時置入更大體型雌蝦或雄槍蝦是否影響配對專一率

表十二 同時置入更大體型雌蝦或雄蝦與配對專一率

組別	實驗次	配對情形記錄										專一率	平均
第一組： 無置入	第一次	♂1	♂3	♂5	♂4	♂2						60%	53%
		♀1	♀3	♀5	♀2	♀4							
	第二次	♂1	♂4	♂5	♂3	♂2						60%	
		♀1	♀4	♀5	♀2	♀3							
	第三次	♂1	♂5	♂4	♂3	♂2						40%	
		♀1	♀5	♀3	♀4 ♀2								
第二組： 置入 大雄 蝦	第一次	♂1	♂3	♂A	♂E	♂2	♂4	♂5	♂B	♂C	♂D	40%	20%
		♀1	♀3	♀4	♀5	♀2							
	第二次	♂2	♂A	♂C	♂1	♂3	♂4	♂5	♂B	♂D	♂E	20%	
		♀2	♀3	♀1	♀4	♀5							
	第三次	♂B	♂D	♂3	♂4	♂5	♂A	♂1	♂C	♂2	♂E	0%	
		♀1	♀5	♀4	♀2	♀3							
第三組： 置入 大雌 蝦	第一次	♂3	♂4	♂1	♂5	♂2						40%	33%
		♀3	♀4	♀5	♀A	♀1	♀2	♀B	♀C	♀D	♀E		
	第二次	♂1	♂2	♂3	♂4	♂5						20%	
		♀1	♀A	♀5	♀2	♀4	♀3	♀B	♀C	♀D	♀E		
	第三次	♂1	♂5	♂3	♂4	♂2						40%	
		♀1	♀5	♀D	♀2	♀3	♀4	♀A	♀B	♀C	♀E		

紅色表示配對且具專一性；藍色有配對但無專一性；綠色同性配對；黑色沒有完成配對（可能是獨居可能在盤中各處）

圖十一 同時置入更大體型雌蝦或雄蝦與配對專一率



由表十二、圖十一發現，同時置入更大體型之雌蝦或雄蝦時，專一性比率有下降趨勢，第二組置入大體型雄蝦對專一性比率影響最大，僅有 20%。

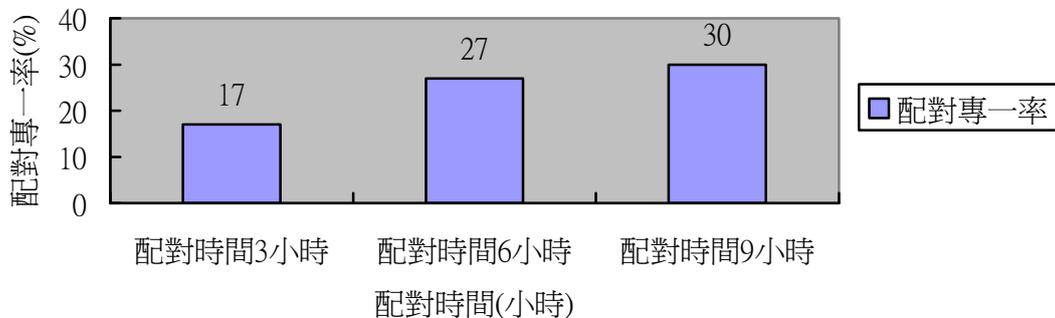
(三) 雌雄槍蝦配對時間長短是否影響配對專一率

表十三 配對時間長短與配對專一率

組別	實驗次	配對情形記錄										專一率	平均
第一組 ： 配對 時間 3時	第一次	♂2	♂10	♂4	♂7	♂6	♂8	♂1	♂3	♂5	♂9	10%	17%
		♀2	♀1	♀5	♀6	♀8	♀9	♀3	♀4	♀7	♀10		
	第二次	♂3	♂5	♂1	♂4	♂6	♂8	♂9	♂2	♂7	♂10	20%	
		♀3	♀5	♀10	♀2	♀7	♀1	♀4	♀6	♀8	♀9		
	第三次	♂2	♂6	♂3	♂4	♂5	♂8	♂10	♂1	♂7	♂9	20%	
		♀2	♀6	♀1	♀7	♀4	♀9	♀8	♀3	♀5	♀10		
第二組 ： 配對 時間 6時	第一次	♂2	♂4	♂7	♂1	♂5	♂9	♂3	♂6	♂8	♂10	30%	27%
		♀2	♀4	♀7	♀3	♀8	♀10	♀1	♀6	♀5	♀9		
	第二次	♂3	♂6	♂4	♂8	♂5	♂9	♂2	♂1	♂7	♂10	20%	
		♀3	♀6	♀5	♀4	♀9	♀2	♀8	♀7	♀1	♀10		
	第三次	♂2	♂5	♂6	♂1	♂3	♂7	♂8	♂10	♂9	♂4	30%	
		♀2	♀5	♀6	♀9	♀7	♀4	♀1	♀8	♀10	♀3		
第三組 ： 配對 時間 9時	第一次	♂2	♂4	♂7	♂10	♂6	♂8	♂9	♂1	♂3	♂5	30%	30%
		♀2	♀4	♀7	♀1	♀3	♀5	♀6	♀8	♀9	♀10		
	第二次	♂1	♂5	♂8	♂10	♂2	♂3	♂6	♂9	♂4	♂7	40%	
		♀1	♀5	♀8	♀10	♀6	♀9	♀4	♀7	♀3	♀2		
	第三次	♂3	♂4	♂5	♂2	♂7	♂8	♂9	♂1	♂6	♂10	20%	
		♀3	♀4	♀1	♀7	♀10	♀6	♀8	♀2	♀5	♀9		

紅色表示配對且具專一性；藍色有配對但無專一性；綠色同性配對；黑色沒有完成配對（可能是獨居可能在盤中各處）

圖十二 配對時間長短與專一率



由表十三、圖十二發現，配對時間加長，配對專一性比率有些微上升趨勢，最高達 30%，但二、三組之配對專一性比率似乎差異不大。

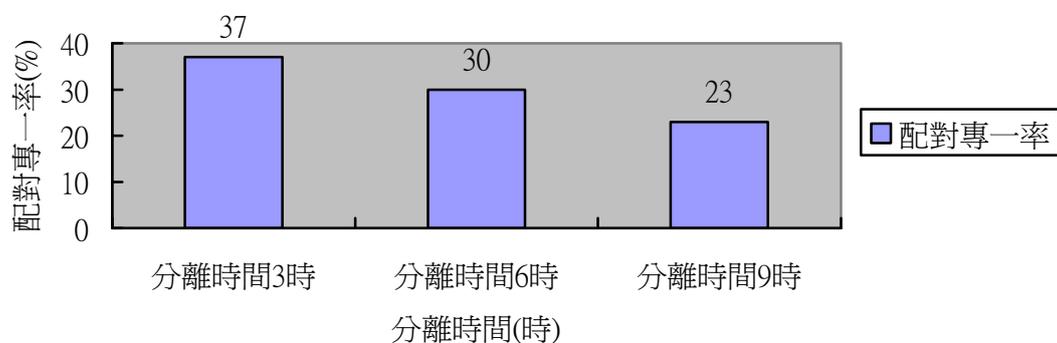
(四) 雌雄槍蝦配對後再分離時間長短是否影響配對專一率

表十四 分離時間長短與配對專一率

組別	實驗次	配對情形記錄										專一率	平均
第一組 ： 分離 時間 3時	第一次	♂1	♂4	♂7	♂8	♂2	♂9	♂10	♂3	♂5	♂6	40%	37%
		♀1	♀4	♀7	♀8	♀3	♀6	♀9	♀2	♀10	♀5		
	第二次	♂2	♂5	♂10	♂1	♂3	♂6	♂8	♂7 ♂9		♂4	30%	
		♀2	♀5	♀10	♀8	♀4	♀3	♀7	♀6	♀9	♀1		
	第三次	♂3	♂7	♂9	♂10	♂1	♂4	♂8	♂2	♂5	♂6	40%	
		♀3	♀7	♀9	♀10	♀2	♀5	♀4	♀1	♀6	♀8		
第二組 ： 分離 時間 6時	第一次	♂2	♂4	♂1	♂5	♂8	♂7	♂3	♂6	♂9	♂10	20%	30%
		♀2	♀4	♀5	♀3	♀6	♀10	♀1	♀7	♀8	♀9		
	第二次	♂3	♂5	♂8	♂1	♂2	♂10	♂9	♂4	♂6	♂7	30%	
		♀3	♀5	♀8	♀9	♀7	♀2	♀6	♀1	♀4	♀10		
	第三次	♂1	♂4	♂9	♂10	♂2	♂3	♂7	♂5	♂6	♂8	40%	
		♀1	♀4	♀9	♀10	♀7	♀6	♀3	♀8	♀2	♀5		
第三組 ： 分離 時間 9時	第一次	♂2	♂6	♂7	♂3	♂4	♂8	♂1	♂5	♂9	♂10	20%	23%
		♀2	♀6	♀1	♀9	♀5	♀10	♀3	♀4	♀7	♀8		
	第二次	♂3	♂5	♂9	♂1	♂6	♂4	♂7	♂2	♂8	♂10	30%	
		♀3	♀5	♀9	♀10	♀2	♀7	♀8	♀1	♀4	♀6		
	第三次	♂4	♂6	♂2	♂7	♂3	♂8	♂1	♂5	♂9	♂10	20%	
		♀4	♀6	♀8	♀2	♀10	♀3	♀1	♀5	♀7	♀9		

紅色表示配對且具專一性；藍色有配對但無專一性；綠色同性配對；黑色沒有完成配對（可能是獨居可能在盤中各處）

圖十三 分離時間長短與配對專一率



由表十四、圖十三發現，配對後再分離時間增長，配對專一性比率有下降趨勢，最低僅有 23%。

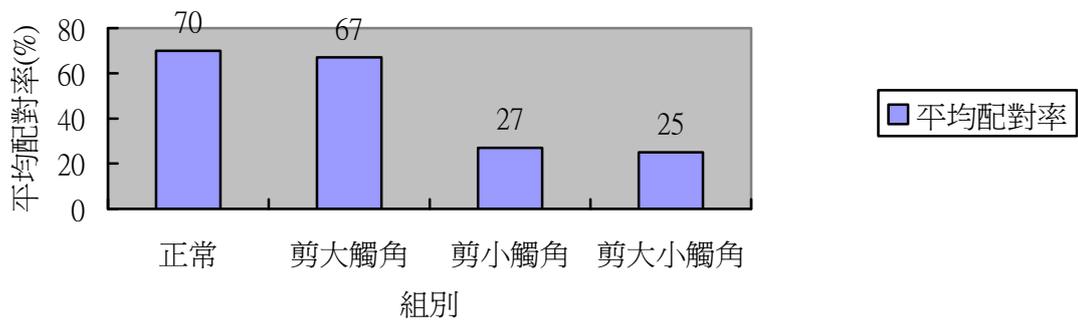
五、瞭解雌雄槍蝦觸角在配對辨識上的影響力

(一) 槍蝦大小觸角在配對辨識上的影響力

表十五 槍蝦大小觸角在配對辨識上的影響

配對次數	組別	第一組 (正常)	第二組 (剪掉大觸角)	第三組 (剪掉小觸角)	第四組 (剪大小觸角)
	第一次實驗		70%	60%	20%
第二次實驗		60%	50%	30%	10%
第三次實驗		80%	90%	30%	20%
平均配對率		70%	67%	27%	25%

圖十四 槍蝦大小觸角在配對上的影響力



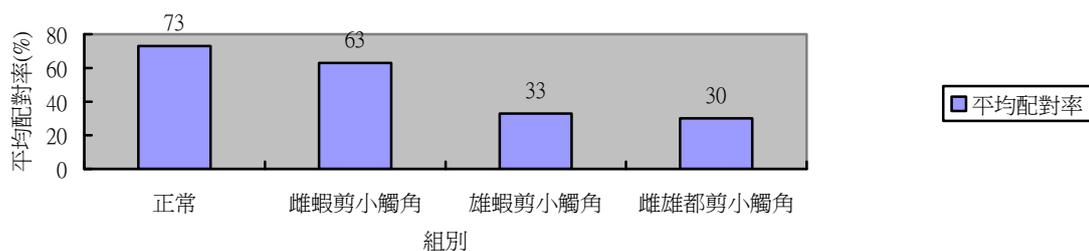
由表十五、圖十四發現，剪掉小觸角及同時剪掉大、小觸角其總配對率僅有25%左右，再從剪掉大觸角其總配對率仍有69%左右，與正常組差異不大，綜合判斷小觸角的切除對槍蝦成對影響最大。

(二) 槍蝦配對的主導性別

表十六 槍蝦配對的主導性別

組別 配對 次數	第一組 (正常)	第二組 (雌蝦剪掉小 觸角)	第三組 (雄蝦剪掉小 觸角)	第四組 (雌雄槍蝦都 剪掉小觸角)
	第一次實驗	70%	60%	30%
第二次實驗	80%	50%	40%	30%
第三次實驗	70%	80%	30%	40%
平均配對率	73%	63%	33%	30%

圖十五 槍蝦在配對上的主導性別



由表十六、圖十五發現，雄蝦剪掉小觸角或雌雄皆剪小觸角其配對率最低僅有 33% 左右，再從雌蝦剪掉小觸角其總配對率仍有 63% 左右，與正常組接近，故判斷槍蝦配對的主導性別可能是雄蝦。

陸、討論

- 一、野外調查與實驗室的研究發現，槍蝦常有配對現象發生，配對現象是否只具生殖作用，亦或可能還有其他作用--例如防禦作用等，值得再探討。
- 二、調查的配對率低於實驗室內的配對率，可能是我們以循洞方式挖掘槍蝦時造成海水污濁，有配對關係的雌蝦或雄蝦趁機逃逸，造成誤差及配對率下降。調查槍蝦在一月份之配對率有偏低情況，我們查閱相關文獻發現一月非其生殖季節，可能與其配對率的下降有關。
- 三、在以四捨五入方式記錄槍蝦體型時，不同實驗需要，有取毫米之整數值，亦有取至小數第一位，但前提都是先以游標尺測量後再依需要四捨五入。
- 四、研究所選取的體型因子為身體長度，未來研究可再加入其他因子，例如頭胸甲及大螯長等。調查 98 年 1~3 月槍蝦體長分佈發現大部分槍蝦體長介於 30~35 mm 之間，其他月份是否也如此，值得再研究。
- 五、配對實驗時意外發現槍蝦偶爾會有同性配對情形，且以雌性共居情形較多，雄蝦共居很少，推測可能雄蝦領域性較強，因此較無法容納另一雄蝦與其共居。
- 六、大、中、小體型槍蝦，是以槍蝦體型分配調查結果界定，中體型樣本是界於 30~35 mm 間，大體型 42 mm (含) 以上，小體型 17 mm (含) 以下。在配對實驗時所選擇的記錄時點是在 1、2、3 小時後，原因是過早觀察，槍蝦配對情形還不夠穩定，經常會有極大變動甚至常有雌蝦同性配對情形，但約 1 小時後情況會開始趨較穩定。
- 七、由實驗一~(二)，槍蝦在實驗室的配對發現，體型因子的影響力明顯下降，顯示在人為飼養下，體長可能不是影響擇偶的主要因子，亦有可能是人為實驗環境影響所致。但再從實驗三~(六) 將雌雄體型差距刻意拉大之配對實驗發現，體型差距過大時配對率明顯下降，顯示實驗室配對時體型因子非完全無影響力，只要拉大差距時其影響力仍存在。
- 八、配對居所開口數為 3 時，配對率較高，可能原因有二，一是野外的配對槍蝦其洞組開口數大部分是 3 此結果與實際棲地情形相符合；二是開口數較多增加槍蝦鑽進管子裡配對的機會。
- 九、先置入雌蝦或雄蝦造成配對率下降，因先置入的槍蝦會先尋找暗管躲藏，造成後置入的槍蝦無法立即與其接觸，所以配對率下降。再由五~(二) 實驗我們推測槍蝦雌雄配對應是由雄蝦所主導，所以先置入雄蝦時造成雄蝦選擇暗管躲藏後，失去一定時間內的主動性，配對率因此更低。
- 十、隨著實驗對數的增多，原成對槍蝦再度結合在一起的機會變小，顯示其成對可能為逢機性。置入大體型雄槍蝦時其配對專一率最低，此應與配偶或居所的爭奪有關。
- 十一、槍蝦的標示方法是用防水貼紙寫上號碼，利用快乾黏貼於殼上。短期實驗，以此標示方法即可處理，但若屬長期追蹤研究，由於脫皮的關係，會將號碼連皮脫掉，造成辨識上的困難。

柒、結論

- 一、短脊槍蝦可從抱卵、螯足大小、第二對腹肢內肢有無雄性突起辨別雌雄；野外槍蝦雌雄比約 58：42，成對比率平均為 67%，低於實驗室 77%。
- 二、槍蝦雌雄體型分佈以 30~35 mm 體長比例最多，產地的雌雄配對體型關係有明顯正相關且雌蝦體型大於雄蝦，實驗室配對後雌雄個體間的體長相關程度下降。
- 三、影響槍蝦配對率的因素實驗發現：管徑 3cm、開口數 3、雌蝦沒有抱卵、雌雄體型相近及同時置入雌雄槍蝦實驗時其配對率有越高趨勢。
- 四、影響槍蝦配對專一率的因素實驗發現：實驗對數越多、置入大體型雄蝦、實驗室飼養配對時間越短及分離時間越長其配對專一率有越低趨勢。
- 五、槍蝦的配對辨識部位主要在小觸角，配對過程中的主導者推測可能是雄蝦
- 六、本研究所使用之槍蝦，為澎湖道地槍蝦，取材上具鄉土性，應可做為本縣推廣鄉土教材有用資源。

捌、參考資料與發展研究

一、參考資料

- (一) 陳育賢 (民 85)。珊瑚礁海岸 (35 頁)。台灣省政府教育廳。
- (二) 王嘉祥 (民 76)。蝦兵蟹將 (18-21 頁)。台灣省政府教育廳。
- (三) 洪國雄 (民 85)。走過潮間帶 (108-112 頁)。澎湖文化中心。
- (四) 宋碧華 (民 78)。水族世界 (70-71 頁)。牛頓出版股份有限公司。
- (五) 張素華澎湖地區槍蝦生態及行為之研究 (無日期) 取自：

<http://www.mbi.nsysu.edu.tw/abstract/83-4.htm>

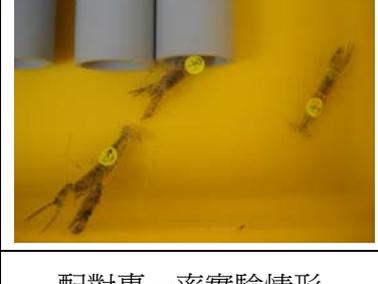
- (六) 走讀台灣—白沙鄉 (無日期) 取自：

<http://info.phhcc.gov.tw/rdtw/rdtw/1001603/ecology/ecology3.htm#>

二、發展研究

槍蝦的挖洞行為及洞穴內部構造是我們明年想進一步研究的。

附件一、研究相關照片

		
<p>沙港海草草澤區</p>	<p>以塑膠方格取點情形</p>	<p>以循洞方式挖掘槍蝦</p>
		
<p>挖到成對的槍蝦</p>	<p>將成對槍蝦暫飼養於盒中</p>	<p>配對率實驗之三口暗管</p>
		
<p>配對率實驗之雙口暗管</p>	<p>單口暗管（封閉其中一口）</p>	<p>不同管徑大小</p>
		
<p>以游標尺測量槍蝦體長</p>	<p>剪掉槍蝦觸角做辨識實驗</p>	<p>配對率實驗情形</p>
		
<p>為槍蝦做標記情形</p>	<p>配對專一率實驗情形</p>	<p>實驗完成後將槍蝦放生</p>

【評語】 080303

研究做得頗為詳細，但問的問題可以再精簡、深入更好。