

## 一、前言

槍蝦 (snapping shrimps 或 pistol shrimps), 在中國俗稱為鼓蝦、日本則稱鐵炮蝦 ( ? ? ? ? ? ? ), 意指會發出聲響的蝦類。在分類上屬節肢動物門、甲殼上綱、軟甲綱、真軟甲亞綱、十腳目、抱卵亞目、槍蝦科的槍蝦屬 (Alpheus) (鄭, 1996)。為中小型蝦類, 且多為雌雄成對生活在一起。其外部形態特徵是第一對步足為一對大小不等的螯足, 其中大螯足之指節和掌節特化像 " 石臼 " 一凹一凸般, 當鉗螯閉合時會發出巨大的卡嗒聲, 與領域的建立似乎有密切的關係 (鄭, 1991), 並具有攻擊和防禦的功能 (Knowlton, 1973), 同時也是覓食的工具。也有報導指出, *Alpheus heterochaelis* 所發出的巨大聲響是由鉗螯闔上時, 因產生「氣穴現象 (cavitation)」過程, 使小氣泡快速崩裂所發出 (Michel, 2000)。

槍蝦主要產於熱帶和亞熱帶淺海, 也有少數種類棲息於深海海域或淡水水域, 其棲息地多為穴居、潛伏生活或與其它無脊椎動物共棲。在潮間帶或亞潮帶分布的槍蝦種類其棲息地十分的多樣, 有泥砂底、碎石下、珊瑚礁的洞穴、海藻管內、海綿和腔腸動物的體內外等等, 都可以發現牠們的蹤跡 (鄭, 1998)。有不少種的槍蝦會與蝦虎魚 (gobyfishes) 共生, 例如黃足槍蝦 *Alpheus djiboutensis* 與許多種的蝦虎魚同居一穴; 黃足槍蝦本身負責挖掘穴道提供蝦虎魚躲藏

棲身的場所，而蝦虎魚則利用其銳利的視覺觀察穴道洞口外的入侵者，以便隨時提供槍蝦躲入洞內的警訊（鄭，1996）。

槍蝦科（Alpheidae）種類目前已知約 500 種，其中槍蝦屬有 220 種以上（林，1997），日本已發表 69 種（三矢，1995），在台灣 Jeng 和 Chang 於 1985 年曾發表 19 種，其中有 16 種為台灣新紀錄種；又於 1996 年發表 39 種（鄭，1996），其中有 20 種為台灣新紀錄種，自澎湖所採集的種類則有 14 種。其中以棲息在岐頭灣海草草澤區（包括卵葉鹽草 *Halophila ovalis* 及線葉二藥草 *Halodule pinifolia* 兩種海草）的短脊槍蝦（*Alpheus brevicristatus*）產量最為豐富（張，1983），牠們是傳統釣餌具有經濟價值，用牠來釣獲玳瑁石斑（*Epinephelus quoyanus*）最具效果，澎湖一般海釣店所販售的槍蝦種類以此種數量最多。

短脊槍蝦的外部形態特徵是額角為一短刺；眼被頭胸甲所覆蓋，第一對螯足強大且左右不對稱，大螯腳的掌節是指節的 3 倍長，可動指較不動指厚重。主要棲息於潮間帶的砂泥底及海草草澤區。其分布於中國、日本、台灣及印度 - 西太平洋等溫暖海域（三宅，1982）。本種和蝦虎魚有共棲的現象（林，1998）。一般具有兩種體色，分別為茶褐色及綠褐色（林，1997）。在台灣主要分布於澎湖（Jeng and Chang，1988）；棲息深度從潮間帶海域至水深 10 公尺之間；體長最

大可達 7cm ( 林 , 1998 ) ; 在中國華北地區屬於經濟性蝦類 ; 在日本主要被用作為釣餌 ( Miyazaki , 1937 ) , 體型較大者可供食用 ( 洪 , 1996 ) 。

在國內有關研究槍蝦生態行為的計有張 ( 1983 ) Jeng and Chang ( 1985 ; 1988 ) 鄭 ( 1982 ; 1991 ) , 張等 ( 1999 ) 及張等 ( 2000 ) 曾描述過無刺槍蝦與太平洋槍蝦 larvae stage I 的形態 ; 但是有關短脊槍蝦幼生發育尚未有人研究過。

由於在踩踏法捕撈短脊槍蝦的過程中極有可能會破壞海草或海筆的棲地 , 目前澎湖釣餌用槍蝦的需求量日益增加 , 供不應求 , 然而大量的踏捕野生槍蝦可能會造成過漁現象。因此 , 本研究除先調查了解短脊槍蝦在澎湖本島的族群數量分布狀況 , 以及在海草草澤區生態上所扮演的角色 , 也針對其雌蝦抱卵數、雌性最小性成熟體長的估算及個體成長之研究 , 以期對短脊槍蝦的資源能提出合適利用的建議 , 進而提供推廣其繁養殖的生物學參考資料。

## 二、材料與方法

### 2-1、標本來源及標本處理

短脊槍蝦 (Fig. 1) 標本採取是自 2002 年 1 月至 2002 年 12 月一年間，每月前往澎湖岐頭灣潮間帶海草草澤區，以挖掘法採集短脊槍蝦。

本研究於退潮後至澎湖各地潮間帶 (Fig. 2)，選擇以有海草 (Fig. 3) 草澤區及砂泥底的棲地作為測站，每測站選 10 點以 1 x 1 公尺的塑膠方格隨機取樣觀察紀錄短脊槍蝦的族群豐度，並以挖掘法直接循蝦洞方向採集，若有自洞內逃逸出的蝦虎魚則一併捕捉列入記錄。

將所採獲的短脊槍蝦標本以 20 公升的塑膠水桶盛水約 2 公升不打氣運回實驗室，紀錄外部形質形態包括體長大小及性別，抱卵之種蝦進行個體發育研究。於蝦洞所採獲共棲的蝦虎魚帶回實驗室鑑定種明並拍照。各測站所採獲的標本測定後以 70 % 的酒精溶液保存於標本瓶，並註明採集日期、地點及棲所底質等相關資料。

### 2-2、短脊槍蝦生物學之研究

#### 2-2-1 外部形態形質計量測定

以游標尺 (精確度 0.01mm) 量測下列各形質：頭胸甲長 (carapace length C. L.) 是量自眼窩後緣 (postorbital region)

至頭胸甲後緣背面中線的直線距離；體長（body length、B. L.）則量自眼窩後緣至尾柄（telson）的直線距離（Fig. 4）。

### 2-2-2 性比

在槍蝦科的種類中，可以發現外部形態有性別兩型性（sexual dimorphism）或均一多型性（even polymorphism），其中許多屬的大多數種類，都可能出現一些第二性徵（鄭，1990）。關於短脊槍蝦性別的辨識，雌性除可由抱卵區別外，尚可由第二性徵區分出來。首先可由第一對步足外部形態特徵來分辨，雄性特化的螯足大且明顯（Fig. 5）；若缺第一步足辨認則可觀察第二對腹肢之內肢有無雄性突起（appendix masculina），有突起者為雄性（Fig. 6）；其次腹部第二腹板，雄性呈長方形，雌性較大且為圓鈍形（Fig. 7）；若個體太小無法藉由上述第二性徵明確分別其性別者，歸為稚蝦群。

性比以全部雌、雄個體數中，雌個體數所佔之百分比來表示。同時以卡方檢定（Chi-square test）來測定雌、雄性比是否符合 1：1 之假設，若不顯著則推論實測性比與 1：1 無差異，若顯著則實測性比不符合 1：1。

$$\text{性比} = [\text{雌個體數} / (\text{雌個體數} + \text{雄個體數})] \times 100 \%。$$

### 2-2-3 抱卵率

以所有雌個體中，抱卵雌蝦所佔之百分比表示之。

抱卵率 = [抱卵雌個體數 / ( 抱卵雌個體數 + 非抱卵雌個體數 ) ]  
×100 % 。

#### 2-2-4 抱卵數的計測

將抱卵的母蝦以吸水紙吸乾後秤重為 W1 ( 精確度 0.001g ) , 再以鑷子直接將卵粒從腹肢上取下再秤母蝦重為 W2。卵重 = W1 - W2。  
並將取下的卵直接於顯微鏡下以計數器計算卵數。

#### 2-2-5 抱卵週期之推定

以首次發現抱卵雌個體之月份為抱卵週期之開始 , 而以未再發現抱卵雌個體之第一個月份為抱卵週期結束。

#### 2-2-6 雌性個體最小性成熟體長

以最高抱卵時期雌個體的頭胸甲長頻度分布首次有 50 % 以上的個體達性成熟之最小頭胸甲長為所求推估值 ( Chittleborough , 1976 )。

### 2-3、短脊槍蝦個體發育之研究

#### 2-3-1 種蝦來源

以澎湖岐頭灣抱卵之雌蝦作為本研究之種蝦。每尾抱卵雌蝦以 1000ml 的燒杯培育 , 每日給予充份的南極蝦作為餌料 , 並觀察卵色變化 , 並更換全部水體 , 培育至蝦苗孵出。

#### 2-3-2 蝦苗的飼養

孵出後的蝦苗以乳膠吸管吸出並以計數器加以計數後，放置於 20 公升的圓柱筒，並以豐年蝦無節幼蟲餵食。在飼育期間，每天上午均抽除底部殘餌及排泄物後再餵食，並更換 20 % 海水，在此期間每日均取 10 尾蝦苗以光學顯微鏡觀察幼苗發育情形，每當發現有蝦苗蛻殼變態的情形即加以測量、拍照及繪圖。

### 2-3-3 個體發育的卵色、卵徑測量及蝦苗外部形態特徵

卵色變化觀察及卵徑測量：主要觀察初產卵（spawned out）有眼卵（eyed）及孵化前的卵（before hatching）等階段之卵色變化同時測量取長徑和短徑，以 10 粒卵測量值做為平均卵徑大小。

本研究對短脊槍蝦個體發育的方法是以觀察描繪幼苗的外部形態變化為主，並描繪其頭胸甲（carapace）第一觸角（antennule，first antenna）第二觸角（antenna，second antenna）三對顎足（1st~3rd maxillipeds）五對步足（1st~5th pereopods）五對泳足（1st~5th pleopods）及尾扇（rhipidura）的變化情形，再依據各期變態特徵作為幼苗的分類依據。

蝦苗形態特徵繪製時，先以 MS - 222 麻醉劑麻醉後再以細小探針撥成適當位置後繪製全圖，並肢解各附屬肢以繪製部份圖。微細的外部形態特徵則輔以光學顯微鏡觀察，並附以比例尺。蝦苗各期大小則以前述方法測量頭胸甲長及體長，以 5 尾平均測量值為平均

頭胸甲長 ( mean carapace length , M.C.L. ) 和平均體長 ( mean body length , M.B.L. )。

### 三、結果

#### 3-1 澎湖海域產短脊槍蝦之數量分布

根據調查顯示澎湖群島有 16 處分布著短脊槍蝦的分布，棲地環境多以海草或砂泥底質為主 (Table 1)，其中以岐頭灣之族群密度最高，平均達 5 尾/ $\text{m}^2$ ；然而觀音亭及沙港之族群密度最低平均僅 0.3 尾/ $\text{m}^2$  (Fig. 8)；由於西嶼鄉的潮間帶底質大多為礫岩區，目前尚未發現有短脊槍蝦族群分布。

#### 3-2 與短脊槍蝦共棲之蝦虎魚種類

根據調查結果發現與短脊槍蝦共棲之蝦虎魚種類有 4 種 (Fig. 9)，包括普氏蝦虎魚 *Acentrogobius pflaumi* (中坊, 1995)，羽衣蝦虎魚 *Myersina macrostoma* (Akihito and Meguro, 1978)，谷津氏猴鯊 *Cryptocentrus yatsui*, 1936 (沈, 1993)，黑身海蝦虎魚 *Bathygobius fuscus*, 1830 (沈, 1993)。其中以普氏蝦虎魚分布最廣，數量也最多，在短脊槍蝦的分布測站中共紀錄到 11 處。僅馬公市的觀音亭、安宅及隘門，湖西鄉的南寮及紅羅等 5 處未採集到與槍蝦共棲的蝦虎魚，如 Table 1 所示。

#### 3-3 外部形態形質之關係

##### 3-3-1 甲長、體重之組成

(1) 體長組成：雄性的體長頻度分布範圍在 18.7-39.5mm (30.3

31.8mm) 之間，雌性則為 14.5-43.9mm (31.4 ± 5.9mm) 之間，兩者平均則為 31.2mm。又每月以 30-35mm 所佔比例最高，達 38.11 %，其次為 25-30mm 佔 27.20 %，而 20mm 以下及 40mm 以上之個體數則甚少，分別為 1.56 % 及 2.98 %。

(2) 頭胸甲組成：範圍以 10-11mm 間之個體數最多，佔總個體數的 25.67 %，其次為 11-12mm 間的 25.14 %。平均頭胸甲長為 10.45mm。

(3) 體重組成：其頻度以 0.3-0.6 g 最高，佔總個體數的 23.53 %，平均體重為 0.9164g。

### 3-3-2 相對成長

(1) 頭胸甲長 (X) 與體長 (Y) 之關係：雌 (含抱卵雌個體)、雄兩性之體長與頭胸甲長之關係，經分析結果呈成直線迴歸關係，且雌性之相關係數較雄性為高。再以變積分析比較兩直線迴歸關係之差異，結果發現兩直線迴歸關係無法合併，即標本係屬不同斜率之族群，如 Fig.10 所示。其直線迴歸式如下：

$$\text{雌：B.L.} = -0.4583 + 3.0525 \times \text{C.L.}, (r^2 = 0.9357, N=487)$$

$$\text{雄：B.L.} = 1.404 + 2.7823 \times \text{C.L.}, (r^2 = 0.8726, N=254)$$

相關係數 (r) 以雌個體較大。當短脊槍蝦頭胸甲長大於 6.7mm，在相同頭胸甲長條件下，以雌個體之體長較大。

## (2) 頭胸甲長及體長與體重之關係：

雌、雄兩性之體重與頭胸甲長之關係，經分析結果，均呈曲線回歸關係  $Y = a X^b$ ，(Fig. 11a) 所示。其關係式如下：

$$\text{雌： } Y = 0.0009 X^{2.9307}, (r^2 = 0.9782, N = 99)$$

$$\text{雄： } Y = 0.0005 X^{3.2219}, (r^2 = 0.9520, N = 67)$$

在相同頭胸甲長條件下，以雄個體之體重較重。

雌、雄兩性之體重與體長之關係，經分析結果，均呈曲線回歸關係  $Y = a X^b$ ，(Fig. 11b) 所示。其關係式如下：

$$\text{雌： } Y = 4E-05 BL^{2.8796}, (r^2 = 0.9831, N = 99)$$

$$\text{雄： } Y = 1E-05 X^{3.3457}, (r^2 = 0.9761, N = 67)$$

在相同體長條件下，仍以雄個體之體重較重。

## 3-4 族群特性

### 3-4-1 性比之月別

在所有月份共 927 尾的標本中，其雌、雄比為 18.6 : 10，雌性的比例高於雄性，經卡方檢定測驗結果與 1 : 1 不符合。短脊槍蝦性比之各月別變化情形如 Fig. 12 (a)所示。發現在每個月份所採集個體數均以雌性個體居多。以卡方檢定的結果，發現 2 與 7 月份的雌、雄性比之差異顯著，4、6、8 及 9 月份為極顯著外，其餘各月份之性比差異均不顯著 (Table 2a)。

性比之雌、雄之個體長別變化圖如 Fig.12b 所示，在各組體長別均以雌個體居多，且其中體長大於 40mm 的個體均為雌性。經卡方檢定的結果，發現雌雄個體的頭胸甲長除 25-30mm 組差異不顯著、15-20mm 組為顯著外，其餘各組均有極明顯之差異 (Table 2b)。

### 3-4-2 族群體長組成之月別變化

在岐頭灣每個月隨機採樣的結果，共採到 741 尾短脊槍蝦，其個體體長大小在 14.5 - 43.9mm 範圍內，其中包括雄蝦 254 尾及雌蝦 487 尾。

頭胸甲長組成：雄性的頭胸甲長頻度分布範圍在 6.7-13.7 mm (10.3  $\pm$  3.3mm) 之間，雌性則為 5.0-15.0mm (10.6  $\pm$  3.6mm) 之間，兩者平均為 10.5mm。又每月以 10.0-11.0mm 佔 25.8 % 的比例最高，其次為 11.0-12.0mm 佔 25.6 %，而 5.0-6.0mm 及 15.0-16.0mm 之個體數所佔比例甚少，分別佔為 0.40 % 及 0.13 %。

體長組成：分布範圍以 30-35mm 間之個體數最多，佔總個體數的 38.5 %，其次為 25-30mm 的 31.3 %。平均體長為 31.3mm。

在 2002 年 1 月到 12 月，期間各月別之體長頻度分布情形如 Fig. 13 所示。整體而言在所採集的標本當中，雌蝦僅在 7 月份個體略微增大，且以 35-40mm 居多，其餘各月均以 30-35mm 之個體居多；雄蝦在 2、3、4、5 及 7 等月均以 30-35mm 之個體居多，而 6、8、9

及 10 月的族群個體略微變小，以 25-30mm 居多。由各月別之平均體長變化情形也有類似之結果 (Table 3)。

在全年調查測量的結果顯示，雌蝦個體數及雄蝦個體數均以 30-35mm 體長佔有最高比例。

### 3-5 生殖

#### 3-5-1 抱卵週期

連續有抱卵蝦出現之期間稱為抱卵週期。經週年每個月調查短脊槍蝦的抱卵週期，結果得知其抱卵週期為 2-12 月，且以 5 月份抱卵母蝦個體數為最多高達 97.5 % (Fig. 14)；從抱卵雌蝦觀察結果發現每月均有發眼卵，抱卵週期長達 11 個月，且抱卵率均在 50 % 以上。

#### 3-5-2 抱卵數

由 116 尾抱卵雌蝦的標本計算抱卵數，結果顯示短脊槍蝦的抱卵數依個體大小而有差異，在體長 17.2mm-42.7mm 範圍內為 158 至 3522 粒之間。

抱卵數 (F) 及卵重 (W) 均隨體長 (BL) 或體重 (BW) 之增加而增加，呈正相關直線迴歸關係，且關係式均成立，如 Table 4 所示。直線迴歸關係式分別為：

抱卵數 (F) 與體長 (B.L.) 的關係式 (Fig. 15) 如下：

$$y=136.79 x - 3083.6 \text{ B.L.}, (R^2=0.6806, N=104)$$

抱卵數隨體長之增長而增加。

卵重 (W) 與體長 (B.L.) 的關係式 (Fig. 16) 如下：

$$y=0.0124 x - 0.2706 \text{ B.L.}, (R^2=0.6755, N=114)$$

卵重隨體長的增長而增重。

抱卵數 (F) 及卵重 (W) 與體重 (B.W.) 之關係式 (Fig. 17、Fig. 18) 分別為：

$$y(F)=1517.1 x - 281.75 \text{ (B.W.)}, (R^2=0.7938, N=109)$$

$$y(W)=0.143 x - 0.0232 \text{ (B.W.)}, (R^2=0.7945, N=115)$$

### 3-5-3 抱卵數、卵重與抱卵週期之關係

雌蝦自卵巢排出卵後，將其卵粒黏附於腹部之抱卵腹肢上，而逐漸隨著蝦苗孵化期之接近，卵漸漸成熟增大 (Giesel, 1976)。

在分析 2-11 月份間的卵重與卵數之比值 (weight of eggs/number of eggs per brood)，結果顯示以 2 月份最高達 0.00013；9 月份最低僅 0.00008 (Fig. 19)。

### 3-5-4 最小性成熟體長之估計

在所採集的標本中，分析抱卵及為抱卵雌蝦之頭胸甲長結果顯示，雌蝦頭胸甲長 7-8mm 頻度範圍的雌蝦之抱卵率首次達 50% 以上 (Fig. 20)，其中以 7.8mm 為最小 (體長為 22.2mm)，故將此體長

視為最小性成熟體長 (Table 5)。

另以在所採集的抱卵蝦中，以頭胸甲長 6.0mm (體長為 17.2mm) 為最小，故將此雌性體長視為最小成熟體型。由 Fig. 14 得知，在頭胸甲長大於 6.0mm 之雌個體中，各月別抱卵蝦所佔之比例，即具抱卵潛力之雌蝦個體所佔的比例 (reproductive fraction, RF ratio) 以 5 月份最高，達 97.5 %。

### 3-6 短脊槍蝦的個體發育

#### 3-6-1 卵徑、卵色及孵化天數

在鹽度 3.2 - 3.4 ‰ 溫度範圍為 26-29 °C 之條件下，母蝦產下淡綠色橢圓形的卵 (Fig. 21a)，平均卵徑為 0.48 × 0.44mm；約第 8 天卵發育出眼點 (Fig. 21b)，卵色轉為灰色，平均卵徑為 0.65 × 0.49mm；約第 10 天呈半透明狀 (Fig. 21c)，蝦苗即孵化出，此時的平均卵徑為 0.84 × 0.51mm (如 Table 6 所示)。

#### 3-6-2 幼期變態期數及形態上的特徵

在鹽度 3.2 - 3.4 ‰ 及溫度範圍為 24-27.5 °C 之條件下，孵化後的蝦苗目前記錄到至少有 9 期的蚤狀幼體 (Zoea)，各期的幼體變態過程如下：

(1) 蚤狀幼體第一期 (Zoea 1)：孵化當天 (Fig. 22)。

頭胸甲長與體長平均值分別為 0.36mm 及 1.74mm。本期幼體頭

胸甲內有油球。最主要的特徵是眼睛與頭胸甲部癒合不具眼柄。第一觸角柄為單節，末端分內、外鞭；內鞭為 1 羽狀毛，外鞭頂端有 3 根感覺毛和 1 根羽狀棘及 4 根細毛。第二觸角分鱗片和觸角鞭；鱗片前端分 5 小節、外緣具 2 根細毛、頂端和內緣共具 9 根羽狀毛和 1 根短毛，觸角鞭末端細而尖、側面具 1 根羽狀毛。第一顎足分內、外肢，內肢僅為 1 突起、前端具 1 根棘毛，外肢前端具有 4 根羽狀毛。第二顎足分內、外肢不具節，內肢末端為 1 根棘毛，外肢末端具 4 根羽狀毛及 1 短毛。第三顎足也分內、外肢，內肢具 3 節，外肢末端具 6 根羽狀毛。第一和第二步足具芽狀。腹部分為 6 節，1-4 腹節背面有數點紅色色素，第 6 腹節和尾柄癒合。尾柄形狀近似三角形，末緣具 7 對棘狀毛，僅最外側的 1 對內側具毛外側無毛。

(2) 蚤狀幼體第二期 (Zoea 2): 孵化後經約 4-6 小時 (Fig. 23)。

頭胸甲長與體長平均值分別為 0.38mm 及 1.80mm。本期幼體頭胸甲內仍存有油球，最主要的特徵是眼柄生成。第一觸角柄增為 2 節，末節具 4 根細毛。第二觸角鱗片前端減為 3 節共具 11 根羽狀毛。第一顎足內肢前端增生 1 細毛、末端具 2 棘狀突起。第二顎足內肢分為 3 節，內肢前端及第 2 節增為 1 棘、末端具 3 根細毛，外肢末端具增為 5 根羽狀毛及 1 短毛。第三顎足分為 3 節，在前端和第 2 節處各具 1 細毛。尾柄末緣的棘狀毛增為至 8 對，其中中央的 1 對

短小而無毛、外側的 1 對僅內面有毛。

(3) 蚤狀幼體第三期 (Zoea 3): 孵化後第 3 天 (Fig. 24)。

頭胸甲長與體長平均值分別為 0.38mm 及 1.82mm。頭胸甲內部不具油球。第一觸角共具 5 根羽狀毛及 11 根細毛。第二觸角鱗片外緣具 1 羽狀毛、頂端和內緣增為 12 根羽狀毛，觸角鞭羽狀毛消失、增生 1 短棘與 1 細毛。第一顎足內肢側緣增生 1 細毛、外肢也增生 1 細毛。第二顎足內肢與前期相似。第三顎足內肢增為 4 節，末節處具 2 短棘，外肢增生 1 細毛。第一對步足增生 1 對外肢，末端具 6 根羽狀毛。第 6 腹節與尾柄分節，並具有尾肢；尾柄末緣具 7 根棘狀毛，中央處的 1 對棘短小而無毛。尾肢分內、外肢；內肢無毛，外肢有 6 根羽狀毛。

(4) 蚤狀幼體第四期 (Zoea 4): 孵化後第 5 天 (Fig. 25)。

頭胸甲長與體長平均值分別為 0.45mm 及 1.95mm。第一觸角柄增為 3 節，內側具 2 根細毛，外側具 3 根羽狀毛及 2 根細毛，內鞭前端增生 1 長毛及 2 短毛，外鞭增為 1 羽狀毛及 1 細毛。第二觸角與前期相似。第一顎足至第三顎足及第一對步足與前期相似。尾肢末緣減為 5 根棘狀毛，中央處的 1 對棘短小而無毛、而外側的 1 對較長無毛。尾肢外肢有 5 根羽狀毛及 5 根長細毛；內肢具 6 根羽狀毛及 2 根長細毛。

(5) 蚤狀幼體第五期 (Zoea 5): 孵化後第 9 天 (Fig. 26)。

頭胸甲長與體長平均值分別為 0.63mm 及 2.43mm。第一觸角內側增生為 3 根長細毛、外側具 3 根羽狀毛及 1 根短細毛、末端具 3 羽狀毛及 3 細毛, 外鞭末端具 1 細毛。第二觸角鱗片外緣具 1 短棘、內緣增為 12 根羽狀毛。第一、二及三顎足與第一對步足與前期相似, 第二對步足具芽且增生附屬肢, 第三對步足具芽。尾柄末緣與前期相似, 尾肢外肢具 1 短棘及具 12 根羽狀毛; 內肢具 8 根羽狀毛及外側具 2 根細毛。

(6) 蚤狀幼體第六期 (Zoea 6): 孵化後第 13 天 (Fig. 27)。

頭胸甲長與體長平均值分別為 0.69mm 及 2.70mm。第一觸角內側增為 2 根細長毛與 2 根細毛、外側增為 7 根細毛、末端增為 5 羽狀毛及 3 細毛, 內鞭末端增為 2 細毛, 外鞭末端增為 2 細毛。第二觸角鱗片外緣具 1 短棘、內緣增為 14 根羽狀毛。三對顎足及第一、二對步足與前期相似, 本期第三對步足具芽且增生附屬肢及第四對步足具芽。尾柄末緣減為 4 根棘, 其中僅中間第二對為羽狀毛, 尾肢外肢具 1 短棘及增生為 15 根羽狀毛; 內肢具 14 根羽狀毛。

(7) 蚤狀幼體第七期 (Zoea 7): 孵化後第 16 天 (Fig. 28)。

頭胸甲長與體長平均值分別為 0.87mm 及 3.04mm。第一觸角內側具 1 根短細毛、第二節與基節之間具 5 根細毛、第一節與第二節

間具 2 細毛，第一節外側具 3 細毛、末端具 3 羽狀毛及 5 細毛，內鞭末端增為 2 細毛及 1 短毛，外鞭末端增生 1 細毛及 4 短毛。第二觸角鱗片與前期相似，觸角鞭末端細而尖及具 2 細毛。三對顎足變化不大。第一及第二步足具螯狀雛形，本期增生第四對步足增生附屬肢。第二至第四腹節增生第二至第四腹足芽點。尾柄末與前期相似，尾肢外肢具 1 短棘及增生為 17 根羽狀毛；內肢具 16 根羽狀毛。

(8) 蚤狀幼體第八期 (Zoea 8)：孵化後第 20 天 (Fig. 29)。

頭胸甲長與體長平均值分別為 1.04mm 及 3.24mm。第一觸角各節間之外側及內側均有細毛及羽狀毛、下方之外側面有一突起，外鞭和內鞭與前期相似；第二觸角鱗片內緣增為 16 根羽狀毛，觸角鞭長度與鱗片等長；三對顎足與前期差異不大；第一、二對步足內肢已具鉗狀，第三步足已發育、第五步足具芽。第二至五對泳足為雙肢型芽狀。尾柄之內肢具 20 根羽狀毛及 17 根細毛，外肢具 23 根羽狀毛、2 根細毛及 1 短棘。

(9) 蚤狀幼體第九期 (Zoea 9)：孵化後第 24 天 (Fig. 30)。

頭胸甲長與體長平均值分別為 1.20mm 及 3.52mm。第一觸角與前期相似、基節外側面之突起具 1 細毛；第二觸角鱗片內緣增為 17 根羽狀毛，觸角鞭分為 4 節、基節外側具 1 細毛、前端增生為 4 根細毛；第一、二顎足肢基節具結理，第三顎足內肢增為 7 節；第四

對步足已發育；第一至五對泳足均以分節且為雙肢型僅第一對泳足為單肢型；尾柄之內肢具 17 根羽狀毛及 15 根細毛，外肢具 22 根羽狀毛及 4 根細毛。

本種槍蝦各期幼苗區別之主要特徵列於 Table 8.。

## 四、討論

### 4-1 短脊槍蝦的分布與生態習性

目前已知台灣海域有報導短脊槍蝦分布的地區僅在澎湖有記錄（鄭，1985、1996），而在澎湖主要分布於岐頭灣海草草澤區的底質（鄭，1991）。三宅（1982）曾提到短脊槍蝦喜歡棲息於砂泥底及海草草澤區。方等（1986）也提及槍蝦會大量利用海草床做為築巢。根據調查發現岐頭灣的岐頭、鎮海及講美等處，海草草澤區常有大量的槍蝦族群出現，並以海草為食，本區海域更是漁民採集槍蝦的踩踏作業區，至於在其它砂泥底質的棲地所發現到的數量較少。

Macnae（1968）指出，甲殼類佔據隱蔽處有利於：

- （1）、減少被捕食。
- （2）、領域行為和生殖期配對形成的活動有關。
- （3）、增加覓食的潛能。
- （4）、分布區域的擴展具有重要意義。

因此，在海草草澤區的短脊槍蝦之所以會形成龐大族群，除了海草草澤區可以提供隱蔽場所，而且所挖掘的洞穴也比在砂泥底質不易蹋陷，並以海草為食，每日每尾/ g 之短脊槍蝦可消耗 0.0861 - 0.1303g 平均 0.1053g 的卵葉鹽草；每日每尾/g 之短脊槍蝦可消耗 0.0180 - 0.0300g 平均 0.0241g 的線葉二藥草（未發表）。因此，

未來在進行短脊槍蝦幼苗放流的地點選擇上，應以海草區的棲地為主。

張（1983）指出短脊槍蝦為夜行性動物。根據本研究發現，本種槍蝦於夜間且在退潮時活動力最旺盛，常可在這時段發現離開洞穴活動，主要以啃食海草為主。短脊槍蝦強大的第一螯足除具有攻擊和防禦的功能（Knowlton, 1973），本研究過程中發現短脊槍蝦會以鉗剪斷海草後再啃食。

林 健一（1997）曾指出短脊槍蝦具有二種體色，分別為茶褐色及綠褐色。在本研究採樣的時候發現棲息於砂泥底之族群以底泥中的有機碎屑為食，體色多呈茶褐色；然而棲息於海草草澤區以海草為食，其體色多呈綠褐色。曾以南極蝦餵食種蝦發現其體色逐漸轉為微紅色。推測其體色之變異可能與食物來源有關。

在日本短脊槍蝦是廣泛且重要的甲殼類釣餌之一（Miyazaki, 1937）。在澎湖常被用來做活餌的甲殼類（Table 7）有對蝦類 - 包括范氏對蝦（俗稱白蝦）*Penaeus vannamei* Boone 及刀額新對蝦（俗稱沙蝦）*Metapenaeus ensis*（De Haan, 1844）；螻蛄蝦類 - 包括產於鹿港的美食螻蛄蝦 *Upogebia edulis* Ngoc-Ho and Chan, 1992 及澎湖產的鳴門螻蛄蝦 *Upogebia narutensis*（Sakai, 1986）兩種；長臂蝦類（俗稱五鬚蝦） - 包括鋸齒長臂蝦 *Palaemon serrifer*

( Stimpson , 1860 ) , 敖氏長臂蝦 *Palaemon macrodactylus* Rathbun , 1902 ; 槍蝦類 - 包括無刺槍蝦 ( 俗稱石蝦 ) *Alpheus lobidens*( De Haan, 1849 ) 愛氏槍蝦( 俗稱石蝦 )*Alpheus edwardsii* ( Audouin ) 及短脊槍蝦 ( 俗稱草蝦 ) *Alpheus brevicristatus* ( De Haan , 1844 ) ; 及大指蝦蛄 *Gonodactylus chiragra* ( Fabricius , 1781 ) 等。其中以短脊槍蝦最受釣客青睞 , 根據與漁民訪談結果發現其主要原因可能是短脊槍蝦來源較穩定 , 尤其槍蝦活動性強與保存容易 ( 離海水後以紗布沾濕於冰箱冷藏室保存三天後其活力仍高 )。

Wilson ( 1975 ) 認為無脊椎動物有一雌一雄的配對情形發生 , 可能有三種原因 :

- (1) 食物短缺 , 必須靠雌雄個體共同維護領域。
- (2) 環境不利。
- (3) 早期繁殖具有好處。

有關槍蝦的性比在許多文獻均提到多為雌雄同穴 , 例如在沙崙潮間帶碎石覆蓋的砂地或泥地的愛氏槍蝦有 86 % 異性成對的現象 , 但沒有發現有同性成對情形出現 ; 在生殖季節 , 成熟的雌蝦若是單獨一尾 , 沒有發現有抱卵現象 ( 鄭 , 1991 ) 。張 ( 1983 ) 指出產於澎湖岐頭灣的短脊槍蝦 , 在野外觀察發現雄蝦體長 24mm 雌蝦 23mm 才有

配對現象。但經由週年岐頭灣海草澤區的採集記錄發現，短脊槍蝦同樣有異性成對的現象，經觀察其成對比率較愛氏槍蝦為低，且在繁殖季節常可在蝦洞內捕獲單獨的抱卵雌蝦。這種現象可能與短脊槍蝦有許多的出入口而造成的採樣誤差，或與此區食物來源無虞且有良好的隱蔽場所，因而提供短脊槍蝦有較佳的棲息環境，因此才有異性成對比例降低的現象。

由短脊槍蝦族群月別變化結果顯示，雌、雄個體均以 30-35mm 的體長頻度佔有最高的比例達 38.11 %，而小個體低於 20mm 的幼蝦僅佔 1.56 %，所佔比率甚低。可能為採樣的誤差所致：由於以挖洞法循洞挖掘時，常使水體渾濁，若為小個體時則不易發現，而造成採樣的誤差。或是否因棲息潮間帶槍蝦屬的幼苗發展有較長的浮游期（至少 9 期 30 天）加上棲地每日潮汐的變化與食物來源不足而遠離沿岸，當幼蝦返回海草場或棲地時，體型已變大。由（張，1983）1982 年在岐頭灣採集的短脊槍蝦與無刺槍蝦之體長頻度月別變化圖及（鄭，1991）1990 年在淡水沙崙採集的愛氏槍蝦之體長頻度月別變化圖的結果發現，幼小個體的比例均偏低。

短脊槍蝦族群可能會因漁獲壓力而造成族群體型小型化甚至造成族群的消失。以岐頭灣（岐頭、鎮海與講美）為例，因鎮海與講美現為職業捕蝦的作業區，每日的移出量推估至少在 7500-10000

尾之間；而岐頭每日的移出量推估為 400-800 尾。經比較相同月份的平均體長 (Fig. 32)，發現鎮海與講美的平均體長有早熟及體型小型化的趨勢。而鄰近的城前曾經也為職業捕蝦場的作業區，現存的族群量卻相當的稀少。以上結果可能為漁獲壓力所導致的過漁現象，則有待進一步之研究。

在與短脊槍蝦共棲的蝦虎類，常可發現雲紋蝦虎魚 *Yongeichthys nebulosus* (Forsskal, 1775) (沈, 1993) (Fig. 9-2) 常棲息於槍蝦洞口外，等待短脊槍蝦離洞後伺機吞食的現象，因此本種並非共生蝦虎魚。

#### 4-2 抱卵週期、抱卵數與其他生活史之特性

對同一個體而言，腹肢上的卵粒重量對抱卵數之比值將隨著卵之發育而增大，故可由卵重與抱卵數之比值變化來推測其抱卵期與蝦苗孵化期 (Giesel, 1976)。一般海洋無脊椎動物的抱卵期和抱卵數會因種類、水溫及其他環境因子之影響 (菊池, 1984)。短脊槍蝦在日本的產卵週期從 5 月中旬以後到 8 月下旬為止 (Miyazaki, 1937)。張 (1983) 在澎湖記錄本種槍蝦的繁殖季節是從 2 月至 8 月；其稚蝦群自 7 月出現到 11 月終止，8 月之後大體型抱卵雌蝦便消失。推論其一年有二世代，世代有長短之別，而且其族群的消長使年間平均體長差異頗大。

在本研究結果發現短脊槍蝦的抱卵週期由 2 月至 11 月,抱卵率均在 50 % 以上,與張( 1983 )的結果比較其抱卵週期長且抱卵率高。並由週年的採樣資料可看出,每月之平均體長差異不大,推測全年都會有新生加入的發生,故每月之平均體長差異不大。因此推論澎湖產短脊槍蝦應屬多年生多回數繁殖。

海洋的水溫變化具有週期性,因此海洋無脊椎動物的生育活動也表現出有季節性的特性( Reese, 1968 )。若是無脊椎動物有明顯的全年有生殖活動,往往會有季節性的生殖高峰出現,而且與較高水溫期符合( Giese, 1959 )。鄭( 1991 )也指出,產於台灣沙崙海域的愛氏槍蝦其抱卵週期長達約 10 個月( 每年的 2-11 月 ), 當 2 月水溫回升後成熟的雌蝦才開始有抱卵情形出現;顯然抱卵率的變動峰度與水溫變化有著密切的關係。

經週年採樣結果,短脊槍蝦也與愛氏槍蝦的抱卵週期頗為相似。再由中央氣象局澎湖氣象站所提供的週年氣溫計錄與本種槍蝦雌性的抱卵率的變動峰度相似;經比較 1983 年與 2002 年澎湖氣象台的溫度記錄與張( 1983 )及本研究的採樣結果( Fig. 32、33 )結果:發現 2002 年的年均溫溫差小,溫度變化曲線較為平緩,短脊槍蝦的抱卵率高且週期也較長;1983 年的年均溫溫差較高,溫度變化曲線較大,短脊槍蝦的抱卵週期也較短。同時還發現,在同一年裡

抱卵率可能也會隨著月均溫的升高而升高。

#### 4-3 幼苗變態過程

Bate ( 1876、1877 ) 提及 *Alpheus heterochaelis* 幼蝦與成蝦的差異在於成蝦眼睛被頭胸甲所覆蓋；而短脊槍蝦也有類似現象。

Coutiere ( 1909 ) 比較擬槍蝦屬 ( *Synalpheus* ) 18 種槍蝦卵的大小和數量，而能決定蝦苗孵化出的類型。Mashiko ( 1983 ) 指出，一般甲殼十足目在適應環境生活之演化過程中，有縮短浮游期及減少產卵數與增大卵徑等趨勢。Knowlton ( 1973 ) 發表槍蝦類 ( *Alpheids* ) 的幼苗從孵化到稚蝦為止，依幼體各附屬肢 ( *Appendages* ) 變態過程期間的發育程度不同，可分為普通型 ( *Common type* ) - 幼體尚未有發育完全之步足，且泳足亦未出現，浮游期較長。縮短型 ( *Abbreviated type* ) - 幼體步足發育完全，泳足成芽狀。完全縮短型 ( *Complete suppression type* ) - 幼體已有發育完全之步足和泳足，且行底棲生活等三個類型。同時指出槍蝦屬幼苗的發育類型，發現大部分槍蝦屬的幼苗發展均為普通型，僅 *A. villosus* 為縮短型。

短脊槍蝦剛孵化之蚤狀幼體僅具有第一至第三顎足及芽狀的第一及第二步足，由幼苗變態之結果得知 ( Table 8 )，本種槍蝦的幼苗至少有 9 期以上的浮游期，因此，本種發育屬普通型之一種。

經觀察槍蝦屬幼苗的發育型態可能會因棲息環境差異而有不同的發展,如棲息於水深 40-50m 管狀軟珊瑚內的 *Alpheus obesomanus* 及 *Alpheus* sp., 其抱卵數少且卵徑大, 觀察其幼生初期卵黃囊面積約佔頭胸甲  $2/3$ , 孵化後即具腹足, 屬縮短型。至於棲息於潮間帶的短脊槍蝦、無刺槍蝦、愛氏槍蝦及太平洋槍蝦 (*Alpheus pacificus* Dana, 1852) (張等, 2000) 之幼苗抱卵數多且卵徑小, 其幼生初期卵黃囊面積約佔頭胸甲不到  $1/5$ , 均屬普通型。未來應更進一步研究槍蝦類之幼苗發育過程及形態特徵比較, 才能更明確的指出環境與幼苗發展的關聯性。

## 五、建議

### 5-1 目前澎湖槍蝦所面臨的問題：

棲息環境的改變，使得海草草澤區分布範圍逐漸萎縮，致槍蝦數量銳減。

從漁民訪談得知，早年岐頭灣海草草澤範圍較大時槍蝦數量也較多。棲地環境變化，例如海岸的水泥化、港口航道的疏浚及海洋工程的施工等，使海浪反作用力增強，將沿岸泥沙沖刷而裸露岩盤，可能會造成水中懸浮微粒及微環境的水溫增高或海草棲地遭海砂覆蓋等現象，導致棲地內的海草及海筆死亡，並使得槍蝦數量銳減。

短脊槍蝦需求量與日俱增、供不應求，嚴重的過漁現象將使族群面臨生存壓力。

近幾年澎湖海釣店林立，活餌需求量遽增，由訪查結果得知，在有供應活餌的海釣店，在海釣季節（每年從三月到十月間）每日短脊槍蝦的需求量約在 3000-5000 尾之間，仍有不足的現象。使原本在岐頭灣進行踩踏的漁民從三組增為六、七組（每組 3-5 人），推估每日從岐頭灣被捕獲的短脊槍蝦約有 10000-15000 尾之間。環境的改變以及大量踏捕，若無適當的管理，其族群將面臨嚴重的生存壓力。

## 5-2 解決槍蝦問題的擬方案：

### 建立棲地保護觀念

由於岐頭灣廣闊的潮間帶區域，生物相極為豐富，其中以海筆、海草草澤及槍蝦等種類在此區繁茂生長最具特色，同時此區更是許多種魚蝦貝類繁育幼苗的棲所，建議將該區設立為生態保護區，以維護這種深具特色的生態體系（張等，1992）。

### 槍蝦的踏捕採行『輪作』方式

由地方主管機關與業者進行協調，並立公約，將採蝦區劃分三份，每年將其中的三分之二劃為『採集區』，開放踩踏作業；另三分之一劃為『復育區』，不得進行採捕作業，讓此區的槍蝦得已平靜的培育下一代，並由漁民互為管理。來年再將另三分之一區域劃為『復育區』，同時將上一個『復育區』開放成『採集區』。由本研究可發現短脊槍蝦屬多年生多數繁殖的種類，若能保有足夠的空間和一定的族群數量，使其繁衍後代，應可降低族群的生存壓力。

### 建立養殖模式

澎湖的短脊槍蝦是海釣用餌料重要種類之一，供應量經常呈現不足的現象，若能建立該養殖模式後，可穩定市場的供需外，將可減緩過漁現象，同時還可進行放流復育。

## 六、 參考文獻

- 沈世傑 (1993) 台灣魚類誌。國立台灣大學動物學系出版。  
pp.527-532。
- 施志昀 (1987) 台灣產五種沼蝦類之幼苗發育過程及其形態特徵比較研究。國立台灣海洋學院漁業研究所 碩士論文。
- 洪國雄 (1996) 澎湖產業印象 - - 走過潮間帶。澎湖縣文化資產叢書 (22) 澎湖縣立文化中心出版。pp.107-112。
- 張崑雄、江永棉、陳春暉、詹榮桂、戴昌鳳、鄭明修 (1992) 澎湖北部海域海洋生物資源調查。交通部觀光局澎湖風景特定區管理籌備處。pp.145。
- 張崑雄、陳章波 (1974) 潮間帶魚類生態。生物研究中心，生物與環境專題研討會講稿集。pp.86-96。
- 張素華 (1983) 澎湖地區槍蝦 (*Alpheus brevicristatus* de Haan、*Alpheus lobidens* de Haan) 生態及行為研究。國立中山大學碩士論文。
- 張俊哲、沈建宏、施志昀、游祥平 (1999) 室內孵化之無刺槍蝦 *Alpheus lobidens* 幼苗變態研究。台灣水產學會 1999 年學術論文發表論文摘要集。pp.205。
- 張俊哲、翁少于、施志昀 (2000) 室內孵化之太平洋槍蝦 *Alpheus*

Pacificus Dana , 1852 幼苗變態研究。2000 年台灣水產學會年會論文集。pp.40。

鄭明修 (1991) 愛氏槍蝦 *Alpheus edwardsii* (Audouin) 成對之機制及其行為生態之研究。國立台灣大學海洋研究所 博士論文。

鄭明修 (1996) 台灣甲殼類十足目及口足目動物相之調查研究 (I) - 槍蝦總科。行政院國家科學委員會專題研究計劃成果報告。

Science (2000.10) 利用氣泡獵食的小蝦。

三矢泰彥(1995)原色檢索日本海岸動物圖鑑(II)?????科。保育社，大阪。pp.314-330。

三宅 禎祥(1982)原色日本大型甲殼類圖鑑(I)保育社，大阪。40-45。

大久保英次 (1961) . 溜池??????? *Leander paucidens* De Haan ? 生態-I. 淡水研報. 11(1): 57-68.

林 健一 (1997) 日本產??類?分類?生態(92)?????科 - ????屬(1)。海洋?生物 19(1): 46-49.

林 健一 (1998) 日本產??類?分類?生態(100)?????科 - ????屬(9)。海洋?生物 20(3): 209-216.

菊池 泰二 (1984) 海產無脊椎動物?繁殖生態?生活史 - XII。生活史?特性，序論。海洋?生物 33: 285-290.

**Akihito, P. and K. Meguro (1978)** First record of the goby *Myersina macrostoma* from Japan. *Japanese Journal of Ichthyology*, 24(4):

- Bate, C. S. (1876)** On the development of the crustacean embryo, and the variations of form exhibited in the larvae of 38 genera of Podipthalmia. *Proc. Roy. Soc. London*, 24: 375-379.
- Bate, C. S. (1877)** Report of the present state of our knowledge of the Crustacea. Part II. On the homologies of the dermal skeleton. *Rep. Brit. Ass. Adv. Sci.*, 1876: 75-94.
- Berglund, A. and J. Bengtsson (1981)** Biotic and abiotic factors determining the distribution of two prawn species : *Palaemon adspersus* and *P. squilla*. *Oecologia (Berl)*, 49: 300-304.
- Berglund, A. (1982)** Coexistence, Sine overlap and population. regulation in tida vs. non-tidal *Palaemon* prawns. *Oecologia.(Berl)*, 54: 1-7.
- Chittleborough, R.G. (1976)** Breeding of *Panulirus cygnus* George under natural and controlled conditions. *Aust. J. Mar. Freshwater Res*, 27: 499-516.
- Coutière, H. (1909)** The American species of snapping shrimps of the genus *Synalpheus* [translated by M. J. Rathbun]. *Proc. U.S. Nat. Mus.*, 36: 1-93.
- Emmerson, W. D. (1985)** Fecundity, larval rearing and laboratory growth of *Palaemon pacificus* (Stimpson) (Decapoda : Palaemonidae). *Crustaceana*, 49(3): 277-289.
- Giese, A. C. (1959)** Comparative physiology: Annual reproductive cycles of marine invertebrates. *Ann. Rev. Physiol.*, 21:547-576.
- Jeng, M. S. and K. H. Chang (1985)** Snapping shrimps (Crustacea: Decapoda: Alpheidae) of Taiwan. *Bull. Inst. Zool., Academia Sinica* 24(2): 241-256.
- Knowlton, R.E. (1973)** Larval development of the snapping shrimp *Alpheus heterochaelis* Say, reared in the laboratory. *J. nat. Hist.*, 7: 273-306.
- Mashiko (1983)** Evidence of differentiation between the estuarine and upper freshwater population inhabiting the same water system in the long-armed prawn *Macrobrachium nipponense* (de Haan). *Zool. Mag.*, 92(2): 180-185.
- Macnae, W. (1968)** A general account of the fauna and flora of mangrove swamps and forests in the Indo-West-Pacific Region. *Adv. mar. boil.*, 6: 73-270.

- M. Versluis, B. Schmitz, A. von der Heydt, D. Lohse (2000)** How snapping shrimp snap: Through cavitating bubbles. *Science* (289) 2114-2117.
- Miyazaki, I. (1937)** Habits and larval forms of some decapod crustaceans used for fish bait [in Japanese, English summary], *Ball, Jap, Soc, Scient, Fish*, 5:317-325.
- Reese, E. S. (1968)** Annual breeding seasons of three sympatric species of Tropical intertidal hermit crab, with a discussion of factors controlling breeding. *J. expt. mar. Biol. Ecol.*, 2: 308-318.
- Sollaud, E. (1923)** Le development larvaire des “ Palaemoninae”. OI. Partie descriptive. La condensation progressive de l’ontogenese. *Bull. Biol. France et Belg.*, 57: 509-603.
- Welsh, B. L. (1975)** The role of grass shrimp, *Palaemonetes pugio*, in a tidal marsh ecosystem. *Ecology*, 56 : 513-530.

## 謝 辭

本論文承蒙國立台灣海洋大學環境生物與漁業科學學系游祥平博士的殷切教誨與指導；中央研究院動物研究所鄭明修博士多次討論與勉勵，於完稿後批閱及指證論文；國立澎湖技術學院施志昀博士在百忙中撥冗斧正並提供許多寶貴意見，謹致由衷謝意。

此外，行政院農業委員會水產試驗所澎湖海洋生物研究中心主任蔡萬生研究員、林金榮研究員、莊成意先生給與行政上的協助、技術上的支援與餌料的供應，在幼苗培育的部分得以順利進行；在文獻收集方面李伯雯學姊及陳家香小姐文給予多方面的協助，在此特表謝忱。

最後感謝內人及家人的支持和鼓舞始得以順利完成學業。