

澎湖東南方南溝海域底拖大型甲殼類群聚結構之研究

鐘金水* · 洗宜樂 · 黃文卿 · 林綉美 · 歐麗榛 · 鄭靜怡 · 蔡萬生

行政院農業委員會水產試驗所澎湖海洋生物研究中心

摘要

本研究計採集到 12 科 40 種 43,417 尾大型甲殼類，主要之優勢種為鬚赤對蝦 (*Metapenaeopsis barbata*) (63.9%)、銀光梭子蟹 (*Portunus argentatus*) (8.5%)、纖手梭子蟹 (*Portunus gracilimanus*) (5.7%)、蝦蛄 (*Stomatopoda interrupta*) (4.2%) 等。CPUE 值介於 114 ~ 10,903 inds./h 之間，採集期間以 2007 年 12 月份的漁獲尾數 10,903 尾最高，2008 年 4 月的 114 尾最低；物種月別之均勻度 (J') 介於 0.328 ~ 0.732 之間，平均數為 0.500 ± 0.120 ；月別歧異度 (H') 介於 0.929 ~ 1.821 之間，平均數為 1.413 ± 0.330 。底拖甲殼類生態使用率 EUE 值為 0.758，丟棄漁獲重量佔總漁獲量的 24.2%；甲殼類群聚結構在時間與空間因素上並沒有顯著差異。另由 ABC curve 指標顯示豐度 (abundance) 曲線在生物量 (biomass) 曲線之上，顯示澎湖東南方海域的底拖漁場漁撈作業壓力大。

關鍵詞：澎湖東南、甲殼類、群聚分析、底拖

前言

澎湖東南方海域地理位置特殊，提供了良好的生態環境，因此聚集了眾多的海洋生物，除了魚類之外，大型甲殼類 (蝦類、蟹類及異足類與口足目) 也是當地相當重要的漁獲對象之一。

甲殼類在海洋生物中佔了很大的比率 (Castro and Huber, 2003)，其分布廣泛，由潮間帶、珊瑚礁、大洋至深海，甚至於嚴苛的海底熱泉區域 (Ng *et al.*, 2000; Jeng *et al.*, 2004) 等各種生態環境中，都可以發現其蹤跡。甲殼類在食物鏈中也扮演重要角色，小型甲殼類是重要的傳遞者，櫻花蝦和其他浮游性蝦類的垂直移動，是海洋中有機物質垂直傳遞的主要途徑之一，同時也是其他生物主要的餌料生物來源。大型的甲殼類則是重要的捕食者和腐食者，不僅捕食其他生物，有少數種類也會獵食腐肉，對於整個生態系能量的傳遞與轉換有很大的幫助。由此可見甲殼類在整個生態系的區位 (Ecological niche) 具有相當的重要性。

底拖網漁業為澎湖縣重要漁業之一，由於地處台灣海峽中的亞熱帶地區，鄰近海域大部份深度介於 50 ~ 70 m 以淺之陸棚，極適合於魚類及甲殼類、軟體動物及其它底棲生物棲息、成長、繁殖之重要海域。澎湖過去主要底拖網漁場分布以目斗嶼西方至北方連線海域 (即為北淺)，另一漁場為西嶼鄉與澎南連線以南至東西吉以北之近海海域，但歷年來由於大陸漁船利用滾輪式不當的漁法拖曳，致使澎湖沿近海域生態環境遭受嚴重之破壞，使得此種漁業資源面臨枯竭之命運，因此漁業經營相當困難，目前僅有少數拖網船於澎湖北淺漁場及澎湖本島東南方沿海海域 (俗稱南、北溝) 作業。

歷年來澎湖本島東南 (南溝) 沿海海域由於底拖網的長期作業之影響，導致海床棲地受到嚴重的破壞與干擾，此外由於拖網漁獲效率高，漁獲對象選擇性低，因此漁獲當中除了經濟性種類外，同時也會漁獲到許多個體較小的種類，其中包含非經濟性之幼魚、甲殼類及軟體動物等，這些漁獲又統稱為混獲 (bycatch)，在台灣稱下雜魚，而這些下雜魚均以飼料處理，殊為可惜。由於底拖網漁業漁獲對象選擇性低，因此混獲情形相當嚴重，據 Alverson *et al.* (1994) 的研究指出，全球

*通訊作者 / 澎湖縣馬公市崙裡里 266 號; TEL: (06) 995-3416#122; FAX: (06) 995-3058; E-mail: chungchinshui@mail.ph.tfrin.gov.tw

的漁獲中大約有三分之一遭棄置為下雜魚，這些非目標魚種大量的被漁獲往往導致資源的浪費，因此是否有必要將已漁獲但仍然存活的個體放回海中，目前已成為底拖相關研究之另一重點 (Evans *et al.*, 1994; Trippel *et al.*, 1996; Olaso *et al.*, 1998; Veale *et al.*, 2000)。此外無論是丟棄或帶回岸上以下雜魚方式處理，大量捕獲這些漁獲，特別是稚魚所佔比率高之區域，不僅造成資源上之浪費，同時也將影響某些魚種族群未來成魚的加入量 (recruitment) (Rochet *et al.*, 2002)。此外，Smith *et al.* (2000) 指出，拖網網具之移動和破壞，使得許多海洋生物的生存單位面積縮小、生產力減少；Kaiser *et al.* (2002) 也指出拖網漁業對生態系之可能影響包含：1. 造成食物鏈中掠食者、被掠食者及競爭者之間的物種關係失去平衡；2. 族群的分布區域與魚體逐漸變小；3. 過度的開發造成母族群性成熟年齡提早及產卵期縮短，長期下來則造成基因上之改變；4. 拖網的使用不僅將海底突出物表層的生物完成移除，並對較軟的泥質或砂質海床產生棲所結構嚴重的破壞，且對魚苗的孕育、成長造成極大的威脅。水產資源係典型的自律性可再生資源，唯有採取各項有效的管理措施，才能達到資源的永續利用。然而在制定資源管理措施之前，仍有賴諸多基礎資料的建立。有鑑於此，本研究針對澎湖東南 (南溝) 底拖網海域出現的大型甲殼類物種，進行其種類組成變化及群聚結構特性的探討，並逐年建立相關之資料，以做為爾後資源管理之參考依據。

材料與方法

一、樣本與資料蒐集

(一) 測站的選擇及樣本採集

本研究測站的選擇如 Fig. 1，此海域內之水深介於 40 ~ 90 m，底質主要以砂質為主，雇用民間拖網漁船 (800 匹馬力) 於澎湖東南方 (南溝) 海域內進行底拖網採集作業，本研究使用之單船底拖網囊網網目大小為 3.36 cm，於此海域畫定 3 條採集航線，每一航線間隔 5 哩，每一航次於固定航線上拖曳，拖網時間固定在傍晚 (18:30)，拖曳 1 h，航速為 2.5 哩，採樣時間自 2007 年 6 月至 2008 年 5 月止，總共進行 14 航次的採集。

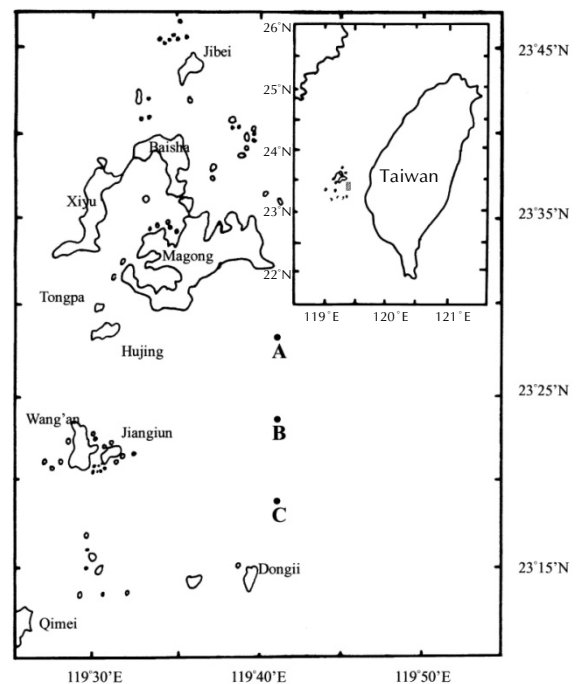


Fig. 1 Location of the sampling stations in southeastern waters of Penghu.

(二) 環境因子資料蒐集

環境因子資料的蒐集包括：水溫、鹽度、pH、溶氧等水文資料，利用溫深鹽測定儀 (CTD) 於 3 測站直接測定其垂直水層之值 (每 1 m 記錄 1 測值)，並取其平均值。

(三) 樣本處理

將底拖網所捕獲之甲殼類物種標本，以冰藏攜回實驗室，並於當日完成種類鑑定，接著進行蟹類與蝦類量測及過磅。頭胸甲長之測量係利用游標尺，最小刻度至 1 mm，體重測量則使用電子秤，精確度至 0.1 g。其後將所有資料輸入電腦建檔。

二、資料分析

(一) 敘述統計分析

對每次採集所得的物種、尾數、漁獲量等資料，分析不同地點及時間之差異，探討影響組成差異之主要種類，並記錄每次採樣的優勢科及優勢種類。同時以相關分析檢測漁獲種數、尾數及生物量與水文之相關性，是否受到水溫、鹽度、pH、溶氧之影響。

(二) 群聚結構分析

1. 歧異度指標 (Diversity index, H')

歧異度指標通常用於比較相同測站或群聚在時間上的變化情形，或是不同測站間的差異。目前被採用的歧異度指標頗多，本研究則以最常見的多樣性指標 (Shannon-Weavers index of species diversity) (Pielou, 1963) 來估計，其計算式如下：

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \log P_i$$

P_i ：第 i 種之個體數所佔百分比； S ：全部種類數目

公式中 H' 值的範圍是分析時採用對數底數不同而有所不同，若以 10 為底，其值介於 0 與 5 之間，很少超過 5，其歧異度指標越大，表示多樣性越高，反之則越低。

2. 豐富度指數 (Richness index, d)

豐富度指數 (Margalef, 1969) 越高，表示物種種類越豐富，其計算式如下：

$$d = (S-1) / (\ln N)$$

$$N = \text{總個體數}; S = \text{種類數}$$

3. 均勻度指標 (Evenness, J')

均勻度指標 (Pielou, 1966) 係指反應於尾數分布均衡程度，均勻度指標越高，代表生物在各種類的數量分布越均勻，其計算式如下：

$$J' = H' / H'_{\max}$$

$H'_{\max} = \log S$ ，其中 H' = 歧異度指標、 S = 種類數

4. 多變量統計分析

(1) 相似度分析 (Analysis of similarities, ANOSIM)

為了解物種群聚其時間及空間之差異，並判定其顯著程度，本試驗使用 PRIMER 6.0 (Clarke and Gorley, 2006) 軟體中之 one-way ANOSIM 比較月份間與測站間之關係。

(2) 群聚分析

利用多變量統計分析 (clustering) 與變化趨勢 (空間排序, ordination) 分析本研究海域內三定

點之生物群聚之種類組成，在季節間、各測站間之關係是否隨時間或空間改變。所用之程式如下 (PRIMER V 6.0)：

A. CLUSTER 程序 (聚類分析)

將拖網所捕獲之資料以 $\log(1+x)$ 予以標準化，以降低優勢種之影響 (Clarke and Gorley, 2006)，將尾數資料予以轉換為連續性狀 (continuous data) 資料，再利用 Bray-Curtis 相似性係數及 UPGMA 求取樹狀圖樣 (Dendrogram)。

B. MDS (non-metric multi-dimensional scaling)

非介量多度空間尺度分析，目的在呈現各測站生物群聚種類組成在二度或三度空間中之變化趨勢。

C. ANOSIM (相似性係數分析)

依據 Bray-Curtis 所計算之各測站間種類組成之相似性，以模擬分布法規 (permutation) 形成測試分布，檢驗生物群聚在時空上是否有顯著差異。

三、ABC Curve (豐度 / 生物量比較曲線分析)

Warwick (1986) 利用族群豐度 (abundance) 與生物量 (biomass) 之改變來探討環境受污染的程度。以三個研究區域所漁獲物種之豐度及生物量的曲線比較，來評估此三處生物群聚結構所處環境的健康情形，藉以推估自然環境受人為干擾的情形。

四、生態使用效率

(Ecological use efficiency, EUE)

Alverson and Hughes (1996) 利用總漁獲量與丟棄量之間的關係來評估拖網漁業對生態系的使用程度與影響，其公式如下：

$$EUE = \frac{\sum \text{retained catch}}{(\sum \text{retained catch} + \sum \text{discarded catch})}$$

其中 retained catch 意指捕獲並留存的漁獲；discarded catch 指海上丟棄的漁獲，如果丟棄的漁獲量高，則其 EUE 值較低，反之則較高。本研究

亦利用此指標來探討本海域生態系及不同季節之 EUE 的差異性。

結果與討論

一、環境因子

(一) 水溫月別變化

三個測站月平均水溫介於 $20.88 \pm 0.24 \sim 26.99 \pm 0.29$ °C 之間 (如 Fig. 2)，由分析結果顯示水溫隨季節之更迭而變化，最低水溫出現在 2008 年 2、3 月份間，最高水溫則在 2007 年 9 月份，月別垂直水層平均溫差皆在 1 °C 以內。

(二) 鹽度月別變化

三個測站月平均鹽度介於 $33.90 \pm 0.13 \sim 34.36 \pm 0.03$ 之間 (Fig. 2)。檢視各測站之垂直水層月別平均鹽度變化情形發現，在冬季期間有較高值，夏季期間之鹽度則比較低。整體而言，月平均鹽度變化不大，而月別垂直水層平均差在 0.05 之內。

(三) DO 月別變化

三個測站 DO 月別平均值介於 $4.57 \pm 0.02 \sim 5.11 \pm 0.03$ ppm 之間 (Fig. 2)。資料顯示溶氧有隨著季節變化的趨勢，冬季期間值較高，最高值出現於 2008 年 2 月份，夏季期間則較低，月別垂直水層平均 DO 值差在 0.04 ppm 以內。

(四) pH 值月別變化

三個測站之 pH 值月平均介於 $8.03 \pm 0.07 \sim 8.66 \pm 0.02$ 之間 (Fig. 2)，pH 值亦有隨著季節變化的趨勢，在夏季期間較高，月別垂直水層 pH 值差在 0.20 以內。

二、甲殼類之科、種、尾數與漁獲組成及 CPUE 之變化

本研究海域共進行 14 航次的拖網作業中，總計漁獲甲殼類有 12 科 40 種 43,417 尾，以下則就科數、種數、漁獲組成、漁獲尾數、CPUE 之月別

變化情形及月別主要漁獲物種組成大致描述說明之。

(一) 優勢科

甲殼類種類數出現較多之前 12 科科名詳列如 Table 1 所示，其中以梭子蟹科 14 種最多，其次為綿蟹科、蜘蛛蟹科及蝦蛄科各為 4 種，其餘則為 3 種以下。

Table 1 The first twelve families of crustacean in the southeastern waters of Penghu

Order	Families	Species No.
1	Portunidae	14
2	Dromiidae	4
2	Majidae	4
2	Squillidae	4
3	Leucosiidae	3
3	Penaeidae	3
4	Calappidae	2
4	Matutidae	2
5	Dorippidae	1
5	Parthenopidae	1
5	Corystidae	1
5	Xanthidae	1

(二) 優勢種

Table 2 所示為甲殼類尾數出現較多的前 12 種，其中以鬚赤對蝦 (*Metapenaeopsis barbata*) 的 27,746 尾最多，其次依序為銀光梭子蟹 (*Portunus argentatus*) 的 3,689 隻，纖手梭子蟹 (*Portunus gracilimanus*) 的 2,473 尾，蝦蛄 (*Stomatopoda interrupta*) 的 1,826 尾，漢氏梭子蟹 (*Portunus haanii*) 的 1,757 尾，其餘各種類則介於 159 ~ 1,392 尾之間。

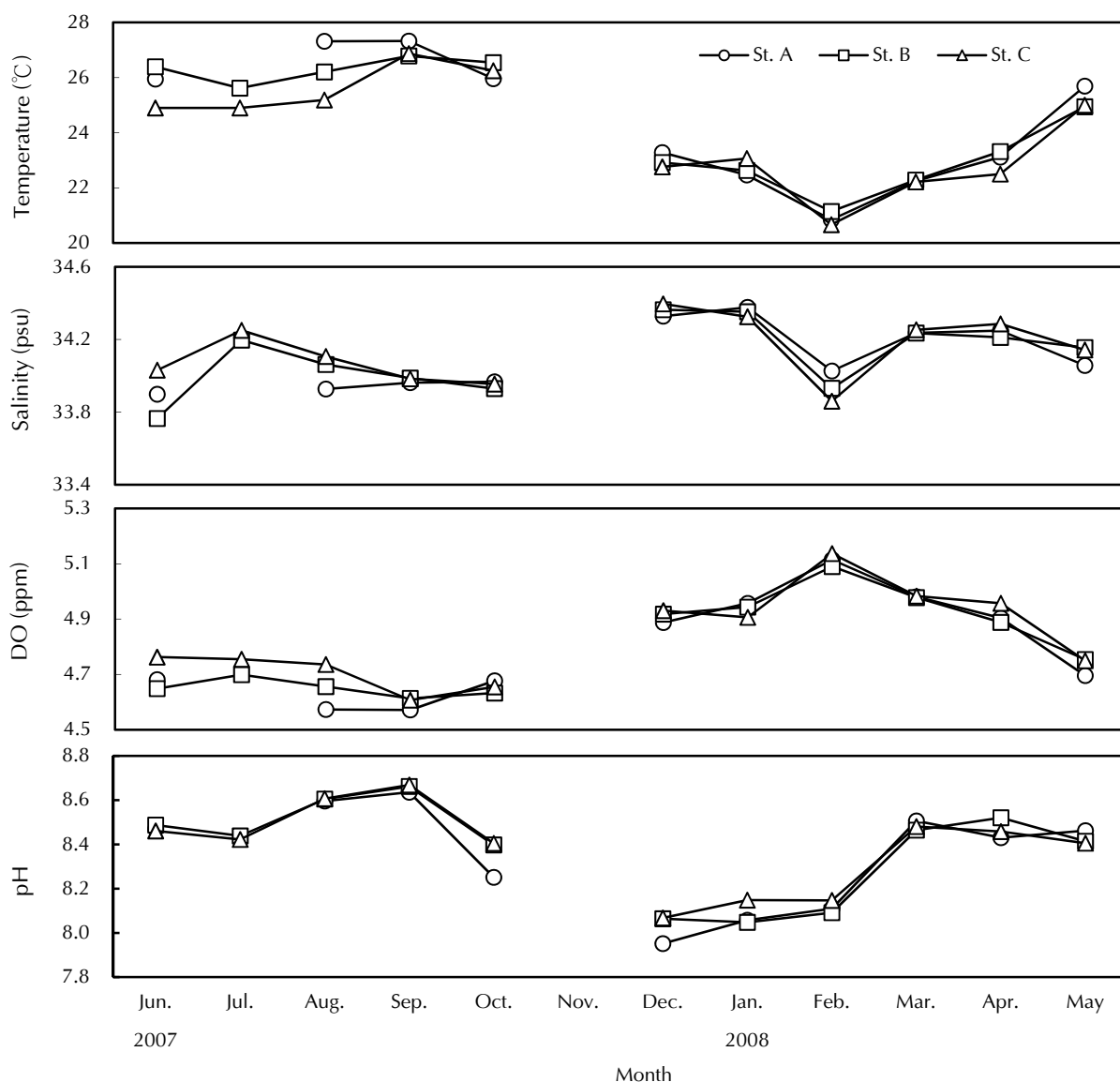


Fig. 2 The changes of physical factors in the southeastern waters of Penghu from June 2007 to May 2008.

(三) 甲殼類種數月別變化情形

Figure 3 為本海域出現甲殼類種類數的月別變化情形，整體而言各月份出現種類數目介於 5 ~ 23 種間，其中以 2007 年 6 月為最多 (23 種)，其次依序為 2008 年 1 月 (17 種)、2008 年 5 月 (15 種)，出現種類最少的月份為 2008 年 4 月 (5 種)。

(四) 甲殼類尾數之月別變化情形

採樣期間各月份出現甲殼類尾數介於 114 ~ 10,903 尾之間 (Fig. 3)，其中以 2007 年 12 月之 10,903 尾最多，其次依序為 2007 年 6 月的 9,363 尾、2008 年 5 月的 2,019 尾，而以 2008 年 4 月的

114 尾最少。

(五) CPUE 月別變化情形

Figure 3 為甲殼類 CPUE (inds./h) 之月別變化情形，資料顯示 CPUE 值介於 114 ~ 10,903 (inds./h) 之間，其中以 2007 年 12 月之 10,903 尾最多，其次依序為 2007 年 6 月的 9,363 尾、2008 年 5 月的 2,019 尾，而以 2008 年 4 月的 114 尾最低。

(六) 月別甲殼類主要種類組成

Figure 4 所示為月別甲殼類主要種類組成，圖中顯示採集各月份，鬚赤對蝦於 5 ~ 12 月間，有

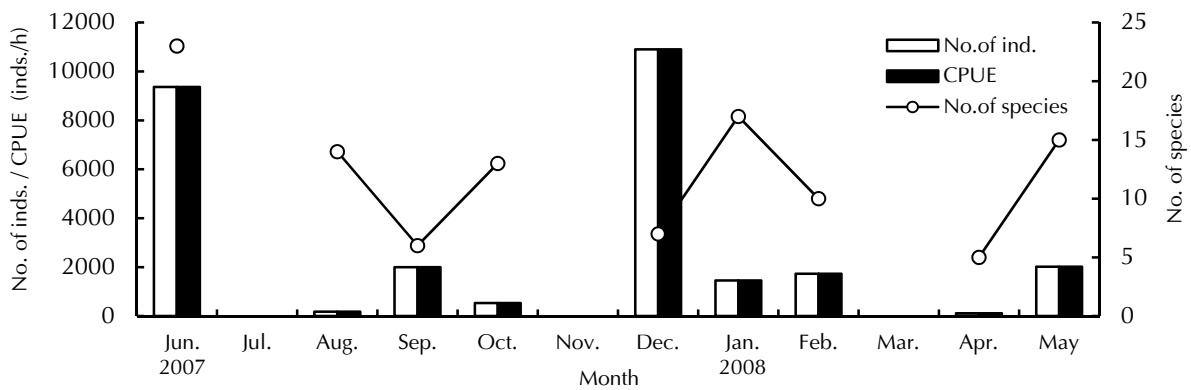


Fig. 3 Monthly variations of the number of species, number of individual and CPUE in the southeastern waters of Penghu.

Table 2 The first twelve species of crustacean in the southeastern waters of Penghu

Order	Scientific name	Catch Inds.	Frequency (%)	Weight (kg)
1	<i>Metapenaeopsis barbata</i>	27746	64.8	168.5
2	<i>Portunus argentatus</i>	3689	8.6	7.3
3	<i>Portunus gracilimanus</i>	2473	5.8	19.2
4	<i>Stomatopoda interrupta</i>	1826	4.3	13.9
5	<i>Portunus haanii</i>	1757	4.1	19.2
6	<i>Parthenope longimanus</i>	1392	3.2	3.2
7	<i>Maja japonica</i>	1084	2.5	11.7
8	<i>Lophosquilla costata</i>	929	2.2	6.5
9	<i>Penaeus marginatus</i>	656	1.5	4.2
10	<i>Phalangipus filitormis</i>	520	1.2	2.3
11	<i>Jonas distincta</i>	374	0.9	3.4
12	<i>Phalangipus hystrix</i>	228	0.5	0.3
Total		42674	100	259.7

比較高的總漁獲尾數 (18 ~ 82.2%)，1 ~ 4 月間則以纖手梭子蟹居首 (36 ~ 76%)。此外梭子蟹科的漢氏梭子蟹、銀光梭子蟹以及蝦蛄科的脊條褶蝦蛄 (*Lophosquilla costata*)、蝦蛄等，各於其他月份都有其次的漁獲量，故顯示上述種類應為本區夏、冬季節最主要的漁獲大型甲殼類。另由 Fig. 3 及 Fig. 4 的資料顯示，單月優勢物種的動態，能使月別群聚結構產生改變，因此該海域甲殼類群聚之月別變化，主要係受少數之數量上最優勢物種所左右。

三、經濟性物種及下雜類物種

(一) 經濟性物種

採集此海域 12 科 40 種的甲殼類漁獲中 (個體

數 43,417 尾、總重量為 279 kg)，其中經濟性物種有 3 科 13 種 (個體數為 32,100 尾、漁獲重量為 211.4 kg)。在優勢物種尾數方面如 Table 3 所示：其中以鬚赤對蝦最多 (27,746 尾，佔 86.4%)，其次依序為蝦蛄 (1,826 尾，佔 5.7%)、漢氏梭子蟹 (1,757 尾，佔 5.5%)，其餘則少數分布；而重量優勢方面 (Table 3)，仍以鬚赤對蝦最多 (168.5 kg，佔 79%)、其次為漢氏梭子蟹 (19.2 kg，佔 9.1%)、蝦蛄 (13.9 kg，佔 6.6%)、其餘則少數分布。

(二) 下雜類物種

本次所漁獲之下雜類物種計有 11 科 27 種 (個體數為 11,317 尾，佔總漁獲物的 73.9%、漁獲重量為 67.6 kg，佔總漁獲物的 24.2%)；在尾數方面如 Table 4 所示：以銀光梭子蟹最多 (3,689 尾佔

Table 3 Composition of major economic species in the southeastern waters of Penghu

Species	Catch Inds. (%)	Species	Catch Weight (kg) (%)
<i>Metapenaeopsis barbata</i>	27746 (86.4)	<i>Metapenaeopsis barbata</i>	168.5 (79.8)
<i>Stomatopoda interrupta</i>	1826 (5.7)	<i>Portunus haanii</i>	19.2 (9.1)
<i>Portunus haanii</i>	1757 (5.5)	<i>Stomatopoda interrupta</i>	13.9 (6.6)
<i>Penaeus marginatus</i>	656 (2)	<i>Penaeus marginatus</i>	4.2 (2)
<i>Charybdis granulata</i>	62 (0.2)	<i>Charybdis granulata</i>	2.3 (1.1)
<i>Penaeus japonicus</i>	20 (0.1)	<i>Penaeus japonicus</i>	1.1 (0.5)
Others	33 (0.1)	Others	2.2 (1)

Table 4 Composition of major non-economic species in the southeastern waters of Penghu

Species	Catch Inds. (%)	Species	Catch Weight (kg) (%)
<i>Portunus argentatus</i>	3689 (32.5)	<i>Portunus gracilimanus</i>	19.3 (28.5)
<i>Portunus gracilimanus</i>	2473 (21.9)	<i>Maja japonica</i>	11.7 (17.3)
<i>Parthenope longimanus</i>	1392 (12.3)	<i>Portunus argentatus</i>	7.3 (10.8)
<i>Maja japonica</i>	1084 (9.6)	<i>Calappa lophos</i>	6.6 (9.8)
<i>Lophosquilla costata</i>	929 (8.2)	<i>Lophosquilla costata</i>	6.5 (9.5)
<i>Phalangipus filitormis</i>	520 (4.6)	<i>Jonas distincta</i>	3.4 (5)
Others	1230 (10.9)	Others	12.9 (19.1)

Table 5 Monthly variations of species, abundance, richness, evenness and diversity index in the southeastern waters of Penghu

Year/Month	Species No. (S)	Abundance (A)	Richness (d)	Evenness (J')	Diversity (H')
2007/06	23	9363	2.406	0.449	1.408
2007/08	14	177	2.512	0.598	1.579
2007/09	17	1999	2.105	0.385	1.090
2007/10	13	530	1.913	0.732	1.877
2007/12	23	1265	3.080	0.511	1.602
2008/01	17	1452	2.198	0.328	0.929
2008/02	10	1729	1.207	0.531	1.222
2008/04	31	1482	4.109	0.530	1.821
2008/05	15	2019	1.840	0.438	1.186

32.5%)、纖手梭子蟹 (2,473 尾佔 21.9%) 及長手菱蟹 (*Parthenope longimanus*) (1,392 尾佔 12.3%) 次之，其餘則少數分布；而重量優勢方面 (Table 4)，以纖手梭子蟹最多 (19.3 kg 佔 28.5%)、依次為日本蜘蛛蟹 (*Maja japonica*) (11.7 kg 佔 17.3%)、銀光梭子蟹 (7.3 kg 佔 10.8%)，其餘則少數分布。

四、聚類分析

(一) 底拖網漁獲物種多樣性分析

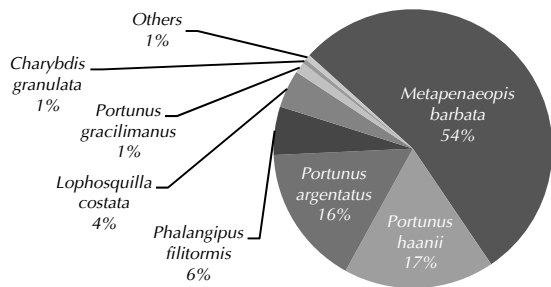
Table 5 為各月份採集底拖網漁獲物種類群數

(S)、豐度 (A)、豐富度 (d)、均勻度 (J') 及歧異度 (H') 之表列，由表中顯示澎湖南溝底拖海域各月份出現之 S 介於 10~31 之間，月平均數為 18。其中出現最多以 2008 年 4 月為 31 種、其次為 2007 年 6 月及 12 月的 23 種，而最少則出現在 2008 年 2 月的 10 種；A 介於 177~9,363 尾，月平均數為 2,224 尾，其中最高值以 2007 年 6 月的 9,363 尾，依序為 2008 年 5 月的 2,019 尾，而最少則出現在 2007 年 8 月的 177 尾；d 介於 1.207~4.109 之間，月平均數為 2.374，其中最高值 4.109 出現在 2008 年 4 月，其次為 2007 年 12 月的 3.080，而最低值 1.207 則出

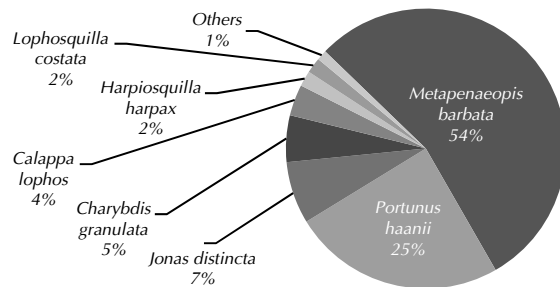
現在 2008 年 2 月；在 J' 方面，介於 0.328 ~ 0.732 之間，月平均數為 0.500，最高值 0.732 出現在 2007 年 10 月，其次為 2007 年 8 月的 0.598，而最低值 0.328 則出現在 2008 年 1 月；另在 H' 方面，介於 0.929 ~ 1.877 之間，月平均數為 1.413，最高值 1.877

出現在 2007 年 10 月，其次為 2008 年 4 月的 1.821，而最低值 0.929 則出現在 2008 年 1 月。由上述資料明顯的可以看出 H' 除了 2008 年 1 月小於 1 之外，各月份指數皆大於 1，由此顯示該海域物種之月別歧異度高，表示此海域物種具有多樣性。

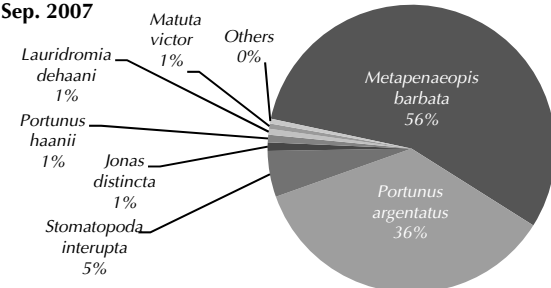
Jun. 2007



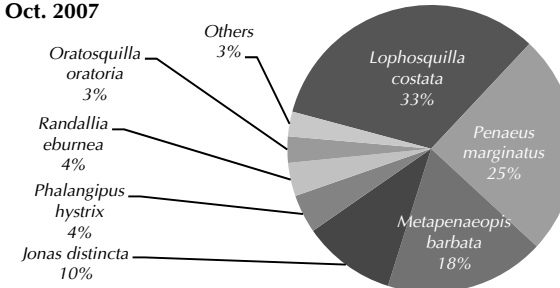
Aug. 2007



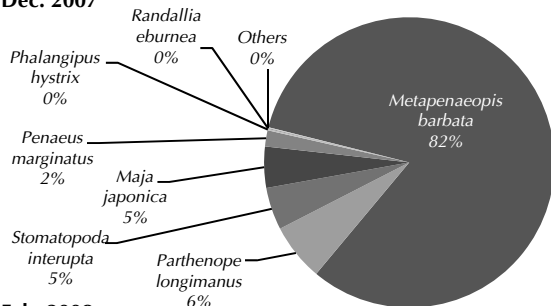
Sep. 2007



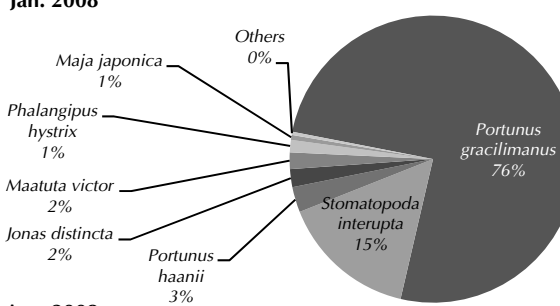
Oct. 2007



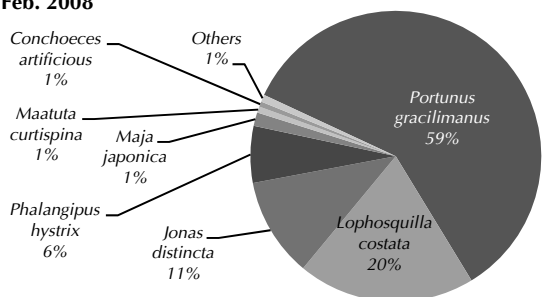
Dec. 2007



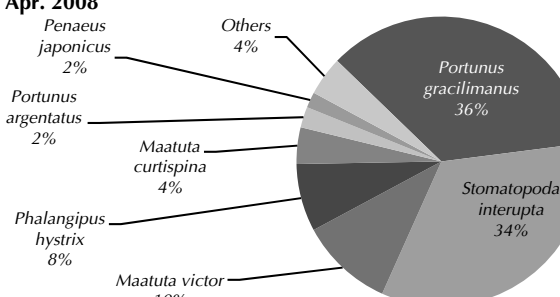
Jan. 2008



Feb. 2008



Apr. 2008



May 2008

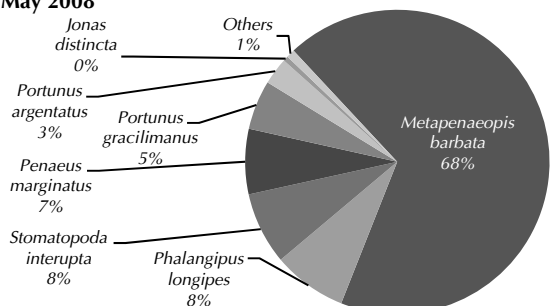


Fig. 4 Composition of crustacean in the southeastern waters of Penghu.

Table 6 Aggregated number of species, abundance, richness, evenness and diversity of crustacean by stations in the southeastern waters of Penghu

Station	Species No. (S)	Abundance (A) (%)	Richness (d)	Evenness (J')	Diversity (H')
A	35	4654 (58.3)	4.026	0.353	1.257
B	27	857 (10.7)	3.850	0.482	1.587
C	25	2471 (31.0)	3.072	0.444	1.430

Table 7 Number of crustacean, abundance, richness, evenness and diversity index of fish in the southeast waters of Penghu

Year/Month	Species No. (S)	Abundance (A)	Richness (d)	Evenness (J')	Diversity (H')
200706A	23	9363	2.4058	0.4492	1.4085
200708B	14	177	2.5115	0.5985	1.5795
200709C	14	5765	1.5012	0.3622	0.9560
200709B	8	117	1.4699	0.7590	1.5783
200709A	10	117	1.8899	0.7016	1.6154
200710A	13	530	1.9130	0.7317	1.8767
200712A	12	18768	1.1179	0.1715	0.4261
200712B	14	3038	1.6212	0.4772	1.2593
200801C	17	1452	2.1976	0.3277	0.9285
200802A	10	1729	1.2072	0.5309	1.2225
200804A	5	51	1.0173	0.8602	1.3845
200804B	9	96	1.7527	0.7224	1.5872
200804C	10	196	1.7052	0.6307	1.4523
200805A	15	2019	1.8396	0.4378	1.1856

(二) 底拖海域漁獲物群聚分析

1. 空間變化

在此海域三個不同採集測站之 S、A、d、J' 及 H' 等分析如 Table 6 所示，A 測站漁獲種數 35 種，個體數為 4,654 尾 (H' 為 1.257)，佔總漁獲物種尾數 58.3%，其中優勢種為鬚赤對蝦 (72.0%)，其次為漢氏梭子蟹及銀光梭子蟹 (5%)，纖手梭子蟹 (4%)，其餘則少量分布；B 測站計漁獲種數為 27 種，個體數為 857 尾 (H' 為 1.587)，佔總漁獲物種尾數 10.7%，其優勢種為長手菱蟹 (佔 40%)，依次為鬚赤對蝦佔 30%，蝦蛄佔 18%，其餘則少量分布；C 測站計漁獲種數為 25 種，個體數為 2,471 (H' 為 1.430)，佔總漁獲物種尾數 31.0%，其優勢種亦為鬚赤對蝦 (46%)，其次為銀光梭子蟹佔 28%，纖手梭子蟹佔 16%，其餘則少量分布。

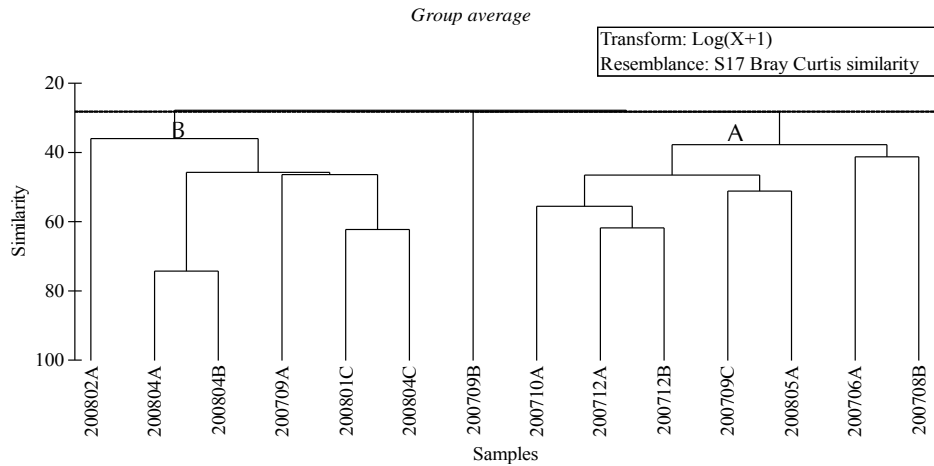
將以上三個測站資料，依春季 (2008 年 3 ~ 5

月)、夏季 (2008 年 6 ~ 8 月)、秋季 (2008 年 9 ~ 11 月) 及冬季 (2007 年 12 月 ~ 2008 年 2 月) 分成四個季節，並使用 one-way ANOSIM 檢定測站間是否有差異存在。其 Global R 值及 Significance Level (%) 值分別如下：春季為 0.361、2.1%、夏季為 0.391、2.9%、秋季為 0.701、0.7%、冬季為 0.619、1.4%。將 group 隨機取 999 次求 R 值，得 R 值之頻度分布圖，顯示 R 值以接近 0 最多，而本研究所使用之四個季節的測站分群，其 R 值皆落於隨機之 R 值分布範圍內，此表示不論任何季節，測站間並無顯著差異存在，故可推測此海域應屬於同一群聚之甲殼類。

2. 時間變化

在此海域不同的採集時間方面之 S、A、d、J' 及 H' 等分析如 Table 7 所示。漁獲尾數以 2007 年 12 月份 A 測站的 18,768 尾最多，其次為 2007 年

Fig. 5 Space-time cluster analysis diagram in the southeastern waters of Penghu.



6 月份 A 測站的 9,363 尾，2007 年 9 月份 C 測站的 5,765 尾，而以 2008 年 4 月份 A 測站的 51 尾為最低；J' 以 2008 年 4 月份 B 測站為 0.8602 最高，其次為 2007 年 9 月份 A 測站的 0.7590，而以 2007 年 12 月份 A 測站的 0.1715 為最低；H' 以 2007 年 10 月份 A 測站為 1.8767 最高，其次為 2007 年 9 月份的 A 測站為 1.6154，而以 2007 年 12 月份 A 測站的 0.4261 為最低。

另外將不同時間採集的資料利用 one-way ANOSIM 檢測時間上是否有差異。其 Global R 值為 0.653，顯著差異值為 0.4%，將 group 隨機取 999 次得 R 值頻度分布圖，顯示 R 值以接近 0 時的頻度最高。本研究月別分群其 R 值為 0.653，在隨機頻度分布範圍之內，顯示月別間的變化並沒有顯著差異。另由 Pairwise test 之 R 值 (Table 8) 得知，其中 2007 年 6 月與 2007 年 9 月、2007 年 8 月與 2007 年 9 月、2007 年 9 月與 2008 年 5 月、2007 年 9 月與 2008 年 1 月間之 R 值皆小於 0.5，表示略有差異；2007 年 9 月與 2007 年 10 月、12 月、2007 年 9 月與 2008 年 4 月、2008 年 1 月與 2008 年 4 月間，R 值在 0.5 ~ 0.75 之間，代表其 group 之間雖有重疊，但仍能清楚的分開，表示有明顯差異；其餘月份 R 值皆等於 1，表示完全不同。

3. 綜合分析

將本研究所捕獲之甲殼類物種，依不同測站、時間作聚類分析，經由 Primer V6.0 之群聚分析 (clustering) 法分析結果顯示如 Fig. 5，大致上可區分成 A 及 B 兩群；多元尺度分析 (MDS) (Fig. 6) 亦反應出群聚分析所得之結果是可以被接受的

(Stress 值為 0.16)。此外再以 SIMPER 程式進行群聚結構之貢獻度分析 (Table 9)，結果顯示其種類組成之重要物種，發現 A 群於夏、秋及冬季 (5、6、8、10 及 12 月)，其中鬚赤對蝦、顯著瓊那蟹 (*Jonas distincta*) 及蝦蛄等 3 個種類為影響魚種組成前 80%；B 群以秋、冬、春季 (9、1、2 及 4 月) 群，其中纖手梭子蟹及蝦蛄 2 個種類影響物種組成前 80%。如再以 SIMPER 程式計算其兩兩群間之關鍵物種 (Table 10)，則 Groups A & B 為鬚赤對蝦、纖手梭子蟹、銀光梭子蟹、長手菱蟹、蝦蛄、脊條褶蝦蛄及漢氏梭子蟹。

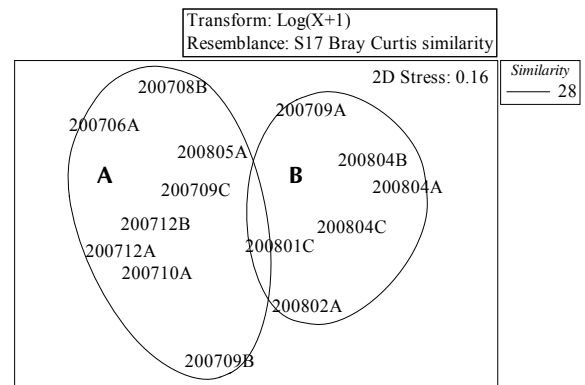


Fig. 6 Diagram of fish space ordination (MDS) in the southeastern waters of Penghu.

五、ABC (Abundance/Biomass Curve) 分析

將本底拖海域所漁獲甲殼類之族群豐度和生物量資料進行 Abundance/Biomass Curve 分析，其中測站 A、B、C 海域所呈現的分析結果 (Fig. 7)，均顯示豐度 (abundance) 曲線在生物量 (biomass) 曲線之上，另在澎湖整個底拖海域所呈現的結果

(Fig. 8) 亦然。Stobutzki *et al.* (2006) 研究指出過度的捕撈行為，會造成魚種組成的改變與漁獲量的下降，網具的利用也將對棲地和生態環境造成嚴重的傷害。本研究 Abundance/ Biomass Curve 之

分析顯示，無論是年度或棲地別的結果均發現豐度曲線均有高於生物量曲線的情形，此表示海域受到人為之干擾嚴重，因此推測本海域有可能受到過度漁撈作業壓力影響所致。

Table 8 A monthly table of Pairwise test R value of a undertow crustacean in the southeastern waters of Penghu

Groups	R Statistic	Significance level (%)	Possible permutations	Actual permutations	Number \geq observed
06, 09	0.111	75	4	4	3
06, 12	1	33.3	3	3	1
06, 04	1	25	4	4	1
08, 09	0.111	75	4	4	3
08, 12	1	33.3	3	3	1
08, 04	1	25	4	4	1
09, 10	0.556	25	4	4	1
09, 12	0.5	20	10	10	2
09, 01	-0.333	75	4	4	3
09, 02	0.778	25	4	4	1
09, 04	0.63	10	10	10	1
09, 05	0.111	75	4	4	3
10, 12	1	33.3	3	3	1
10, 04	1	25	4	4	1
12, 01	1	33.3	3	3	1
12, 02	1	33.3	3	3	1
12, 04	1	10	10	10	1
12, 05	1	33.3	3	3	1
01, 04	0.556	25	4	4	1
02, 04	1	25	4	4	1
04, 05	1	25	4	4	1

Table 9 The main categories of undertow crustacean groups in the southeastern waters of Penghu

Species	Av. Abund.	Av. Sim.	Sim./SD	Contrib. (%)	Cum. (%)
Group A					
<i>Metapenaeopsis barbata</i>	3468.25	11.58	0.84	70.33	70.33
<i>Jonas distincta</i>	18.50	1.10	0.40	6.69	77.02
<i>Stomatopoda interrupta</i>	180.88	0.87	0.47	5.28	82.31
Group B					
<i>Portunus gracilimanus</i>	374.50	12.59	0.77	45.20	45.20
<i>Stomatopoda interrupta</i>	63.17	10.80	0.85	38.78	83.98

Calculated by Program SIMPER, the data are translated by $\log(x+1)$, lower limit of species contribution is counted to 80%

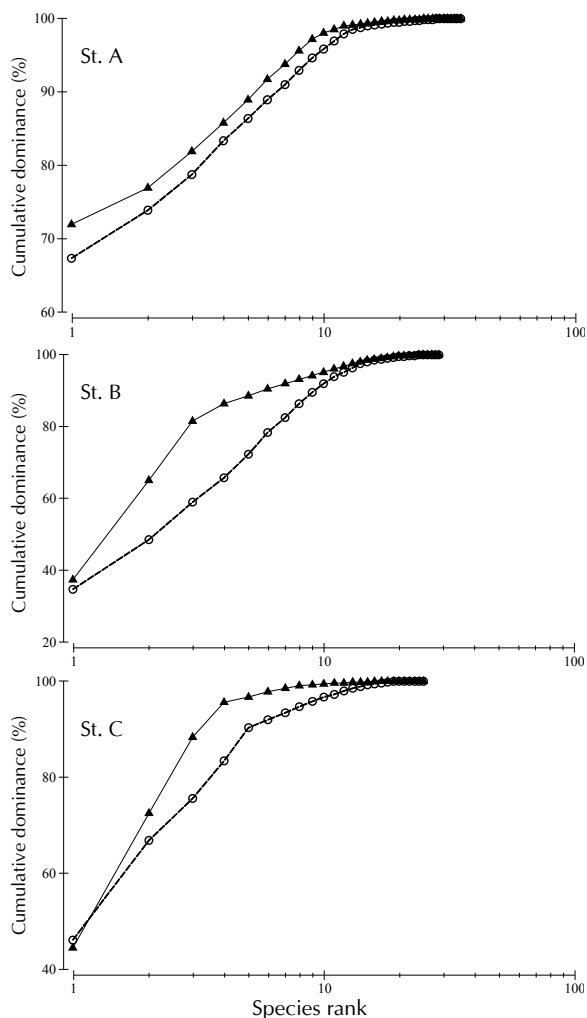
Table 10 The main categories of each two undertow crustacean groups in the southeastern waters of Penghu

Species	Av. Abund.	Av. Abund.	Av. Diss.	Diss./SD	Contrib. (%)	Cum. (%)
Groups A & B	Group A	Group B				
<i>Metapenaeopsis barbata</i>	3468.25	0.00	38.33	1.37	40.46	40.46
<i>Portunus gracilimanus</i>	28.25	374.50	13.29	0.71	14.03	54.49
<i>Portunus argentatus</i>	455.13	8.00	7.21	0.64	7.61	62.10
<i>Stomatopoda interrupta</i>	180.88	63.17	6.78	1.10	7.16	69.25
<i>Parthenope longimanus</i>	173.88	0.17	4.95	0.37	5.22	74.48
<i>Lophosquilla costata</i>	73.50	56.83	4.29	0.55	4.53	79.01
<i>Portunus haanii</i>	213.38	8.33	3.56	0.57	3.76	82.77

Calculated by Program SIMPER, the data are translated by $\log(x+1)$, lower limit of species contribution is counted to 80%

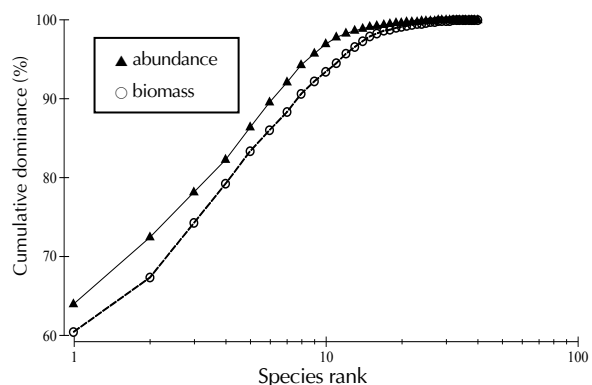
Table 11 The ecological use efficiency of crustacean of trawling in the southeastern waters of Penghu

Year/Season	Retained catch (kg)	Discarded catch		Ecological use efficiency
		(kg)	(%)	
2007-2008	211.4	67.6	0.242	0.758
Spring	10.4	5.0	0.325	0.675
Summer	54.0	16.0	0.229	0.771
Fall	26.3	8.9	0.253	0.747
Winter	120.7	37.7	0.238	0.762

**Fig. 7** Comparison of K-dominance curve at the site of southeastern waters of Penghu. ▲ abundance; ○ biomass.

檢視季節之變動，夏、冬均有較高的漁獲量，春及秋季較少，但就漁獲丟棄率而言，春、秋兩季反而較夏、冬季節有較高的丟棄比率。而四季 EUE 值則介於 0.591 ~ 0.771 之間。

本研究顯示漁獲後之丟棄物種主要係體型小、價格不高以及不能食用之蟹類等之物種均丟棄，相當可惜，這無非是一種資源的浪費。本研究發現年度丟棄之重量百分比為 24.5%，其中四個季節丟棄之重量比介於 23.8 ~ 40.9% 之間，這些幼小不可利用之物種是否可以海拋放生，據 Wayne and Stuaire (2005) 的研究發現，丟棄的稚魚曝露在空氣 15 min 後，有 85% 的死亡率。故此方法是否可行，值得日後廣續研究探討之。

**Fig. 8** K-dominance curve of southeastern waters of Penghu.

六、拖網漁獲物生態使用率及混獲分析

本海域季節所漁獲甲殼類之漁獲量、丟棄量以及生態使用率 (EUE 值) 如 Table 11，全年漁獲重量共記錄到 250.5 kg，丟棄量為 61.5 kg，EUE 值為 0.755，丟棄漁獲量佔總漁獲量之 24.5%；另

謝 辭

本計畫執行期間承蒙本所海安號全體人員之協助底拖魚類分類及測量工作，此外瑞興利號漁船船長陳曜燦先生及全體船員全力協助底拖漁獲採集，在此一併致謝。

參考文獻

- Alverson, D. L and S. E. Hughes (1996) By catch from emotion to effective natural resource management. *Rev. Fish Biol. Fisheries*, 6: 444-462.
- Alverson, D., M. Freeberg, S. Murawski and J. G. Pope (1994) A global assessment of fisheries bycatch and discards. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 339: 233-241.
- Castro, P. and M. E. Huber (2003) *Marine Biology*. McGraw-Hill, New York, 452 pp.
- Clarke, K. R and R. N. Gorley (2006) *PRIMER V6: User manual/tutorial (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research)*. Plymouth Marine Lab., Plymouth, 166 pp.
- Evans, S. M., J. E. Hunter and R. I. Wahju (1994) Composition and fate the catch and bycatch in the Farne Deep (North Sea) nephrops fishery. *ICES J. Mar. Sci.*, 51(2): 155-168.
- Jeng, M. S., N. K. Ng and P. K. L. Ng (2004) Hydrothermal vent crabs feast on sea 'snow'. *Nature*, 432: 969.
- Kaiser, M. J., J. S. Collie, S. J. Hall, S. Jennings and I. R. Poiner (2002) Modification of marine habitats by trawling activities: prognosis and solutions. *Fish and Fisheries*, 3: 114-136.
- Margalef, R. (1969) Composició'n específica del fitoplancton de la costa catalano-leventina (Mediterráneo occidental) en 1962-1967. *Investigaciones Pesqueras*, 33: 345-380.
- Ng, N. K., J. F. Huang and P. H. Ho (2000) Description of a new species of hydrothermal crab, *Xenograpsus testudinatus* (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Grapsidae) from Taiwan. *Nat. Taiwan Mus. Spec. Pub. Ser.*, 10: 191-199.
- Olaso, I., F. Velasco and N. Perez (1998) Importance of discarded blue whiting (*Micromesistius poutassou*) in the diet of lesser spotted dogfish (*Scyliorhinus canicula*) in the Cantabrian Sea. *ICES J. Mar. Sci.*, 55: 331-341.
- Pielou, E. C. (1966) The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theoretical Bio.*, 13: 131-144.
- Rochet, M. J., I. Péronnet and V. M. Trenkel (2002) An analysis of discards from the French trawler fleet in the Celtic Sea. *ICES J. Mar. Sci.*, 59: 538-552.
- Smith, C. J., K. N. Papadopoulou and S. Diliberto (2000) Impact of otter trawling on an eastern Mediterranean commercial trawl fishing ground *ICES J. Mar. Sci.*, 57: 1340-1351.
- Stobutzki, C., G. T. Silvestre, A. A. Talib, A. Krongprom, M. Supongpan, P. Khemakorn, N. Armada and L. R. Garces (2006) Decline of demersal coastal fisheries resources in three developing Asian countries. *Fish. Res.*, 78: 130-142.
- Trippel, E. A., J. Y. John, M. B. Strong, L. S. Carter and J. D. Conway (1996) Incidental mortality of harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) by the gill net fishery in the lower Bay of Fundy. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 53: 1249-1300.
- Veale, L. O., A. S. Hill, S. J. Hawkins and A. J. Brand (2000) Effect of long-term physical disturbance by commercial scallop fishing on subtidal epifaunal assemblages and habitats. *Mar. Biol.*, 137: 325-337.
- Warwick, R. M. (1986) A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Mar. Biol.*, 92: 557-562.
- Wayne, S. and J. Stuar (2005) The effects of incidental trawl capture of juvenile snapper (*Pagrus auratus*) on yield of a sub-tropical line fishery in Australia: an assessment examining habitat preference and early life history characteristic. *Fish. Res.*, 71: 335-347.

Community Structure of Large Crustacean of Bottom Trawl Around Southeastern Waters in Penghu

Chin-Sui Chung^{*}, Yi-Yueh Shean, Wen-Ching Hwang, Shiow-Mei Lin,
Lih-Zhen Ou, Jing-Yi Zheng and Wann-Sheng Tsai

Penghu Marine Biology Research Center, Fisheries Research Institute

ABSTRACT

A total of 43,417 individual of large crustacean belonging to 12 families and 40 taxa was collected. Four most dominant taxa were *Metapenaeopsis barbata* (63.9%), *Portunus argentatus* (8.5%), *Portunus gracilimanus* (5.7%) and *Stomatopoda interupta* (4.2%). The CPUE ranged from 114 to 10,903 (inds./h) that the maximum occurred in December 2007 and the minimum occurred in April 2008. The monthly indexes diversity were between 0.328 and 0.732 and the average was 0.500 ± 0.120 . The evenness were between 0.929 and 1.821 and the average was 1.413 ± 0.330 . In addition, ecology utilization ratio EUE value was 0.758, and the weight of discarded fish accounted for 24.2% of total caught. In conclusion, in southeastern waters of Penghu, there was no significant difference in the crustacean group structure between time and space factors. Beside, in southeastern waters of Penghu, ABC curve of the observed station showed that abundance was above on biomass. The study suggested that the bottom trawling had great stress on the ecology of southeastern waters of Penghu.

Key words: southeastern Penghu, crustacean, cluster analysis, bottom trawl

*Correspondence: Penghu Marine Biology Research Center, Fisheries Research Institute, 266 Shili, Magong 880, Penghu, Taiwan. TEL: (06) 995-3416 #122; FAX: (06) 995-3058; E-mail: chungchinshui@mail.ph.tfrin.gov.tw