

澎湖東南海域底拖魚類群聚結構之研究

鐘金水* · 冼宜樂 · 黃文卿 · 林綉美 · 歐麗榛 · 鄭靜怡 · 林金榮

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

本研究於澎湖東南（北溝）海域利用拖網進行魚類採集，並針對所捕獲的魚種作定性及定量分析，種類鑑定之後，利用歧異度指標 (H')、均勻度指標 (J')、相似度分析、群聚分析、空間排序、環境因子及生態利用率 (EUE) 等方法來推測其種類組成及群聚結構特性。共計採集到 63 科 121 種 32,787 尾魚類，主要之優勢種為花身鯧 (*Leiognathus rivulatus*) 14,034 尾，佔總漁獲尾數的 42.8%，其次為日本發光鯛 (*Acropoma japonicum*) (21.5%)、秋姑魚 (*Upeneus japonicus*) (15.7%)、長蜥魚 (*Saurida elongata*) (4.7%) 與六斑刺河魨 (*Diodon holocanthus*) (2.6%) 等。CPUE 介於 13.4 ~ 55.3 kg/h 之間，採集期間以 2008 年 9 月的 55.3 kg/h 最高，2008 年 10 月的 13.4 kg/h 最低；物種之月別歧異度為 0.650 ~ 2.247，平均值 1.552 ± 0.631 ；均勻度 0.180 ~ 0.618，平均值 0.423 ± 0.165 。底拖魚類生態利用率值為 0.520，丟棄漁獲重量佔總漁獲量的 47.9%；魚類群聚結構在時間與空間因素上並沒有顯著差異。另豐度 / 生物量曲線指標顯示，豐度在生物量之上，意即底拖漁撈作業對澎湖東南方海域漁場造成壓力。

關鍵詞：澎湖、底拖、群聚分析

前 言

近海底拖網為澎湖縣重要漁業之一，澎湖地處臺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，為許多經濟性魚類、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，也成為本縣底拖網重要漁場之一。澎湖過去主要底拖網漁場分布以日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，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，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。

拖網對於砂或泥等較軟的底質會有深掘的情

形 (Watling and Norse, 1998)，歷年來澎湖本島東南（北溝）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，但漁獲對象選擇性低，因此除了會漁獲經濟性種類外，同時也會捕撈到許多個體較小的種類、非經濟性之幼魚、甲殼類及軟體動物等，這些漁獲統稱為混獲 (bycatch)，又稱下雜魚。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，全球的漁獲中大約有 1/3 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重點之一 (Evans *et al.*, 1994; Trippel *et al.*, 1996; Olaso *et al.*, 1998; Veale *et al.*, 2000)。而無論是丟棄或帶回岸上以下雜魚方式處理，將造成資源上之浪費，同時也會將影響某些族群未來成魚的加入量 (recruitment) (Rochet *et al.*, 2002)。

此外，Smith *et al.* (2000) 及 Kaiser *et al.* (2002) 也指出，拖網漁業對生態系之可能影響包含 (1)

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

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) 族群的分布區域變小，魚體大小也逐漸變小；(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全移除，並對較軟的泥質或砂質海床產生嚴重的破壞，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。

近年來有關澎湖海域之魚類相研究，據陳(2003)的研究發現，澎湖的魚類多達 172 科 1,230 種，顯示該海域魚類相的高度多樣性。然而過去之研究多偏重於分類，而忽略了群聚及生態系多樣性層次之研究。有鑑於此，本研究首先針對澎湖東南(北溝)底拖網作業海域出現的魚種，進行其種類組成變化及群聚結構特性的探討，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，囊網網目目大為 3.36 cm) 於澎湖東南方 (北溝) 海域內進行底拖網採集作業，作業時，於此海域畫定 3 條採集航線，每一航線間隔 5 浬，每一航次於固定航線上拖曳，拖網時間固定在傍晚 (18:30) 開始，拖曳 1 小時，航速為 2.5 浬，採樣時間自 2008 年 5 月至 2009 年 4 月止，總共進行 13 航次的採集。

(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 值、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

將底拖網所捕獲之魚類物種標本，以冰藏攜回試驗室，並於當日完成種類鑑定及體長量測與過磅。魚類全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。

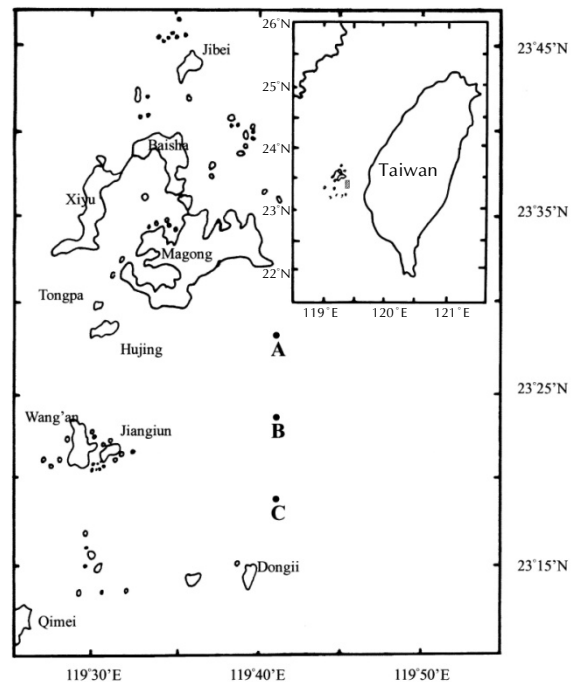


Fig. 1 Location of the sampling stations in the southeastern waters of Penghu.

二、資料分析

(一) 敘述統計分析

記錄每次採樣所得的物種、尾數、漁獲量資料，分析探討不同地點及時間物種組成之差異，同時記錄每次採樣的優勢科及優勢種類。以相關分析檢測種類數目、尾數與生物量與水文之相關性，是否受到環境因子所之影響。而因體長體重關係為族群的重要生物特徵值，故建立主要優勢種之關係式，其關係式以指數方程式 $W = aL^b$ ，式中 W：體重 (g)；L：體長 (mm)；a 及 b 為參數，探討其體長頻度分布情形及推估其成長曲線。

(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-Weaver index of species diversity) (Pielou, 1966)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，表示物種類別越豐富，其計算式如下：

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

N = 總個體數； S = 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。

依據 Bray-Curtis 所計算出的各測站間種類組成之相似度，用來比較不同月份間與測站間之是否有顯著差異，one-way ANOSIM 分析之 R 值應介於 0 ~ 1， $R = 0$ 表示 group 之間毫無差異、 $R < 0.5$ 表示略有差異、 R 介於 0.5 與 0.75 之間，代表其 group 之間雖有重疊，但仍能清楚的分開， $R > 0.75$ 表示有顯著差異、 $R = 1$ 則表示完全不同。Significance level 值若小於 5%，表示有顯著差異。

(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)

多元尺度分析，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。

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：

$$EUE = \Sigma \text{retained catch} / (\Sigma \text{retained catch} + \Sigma \text{discarded catch})$$

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。

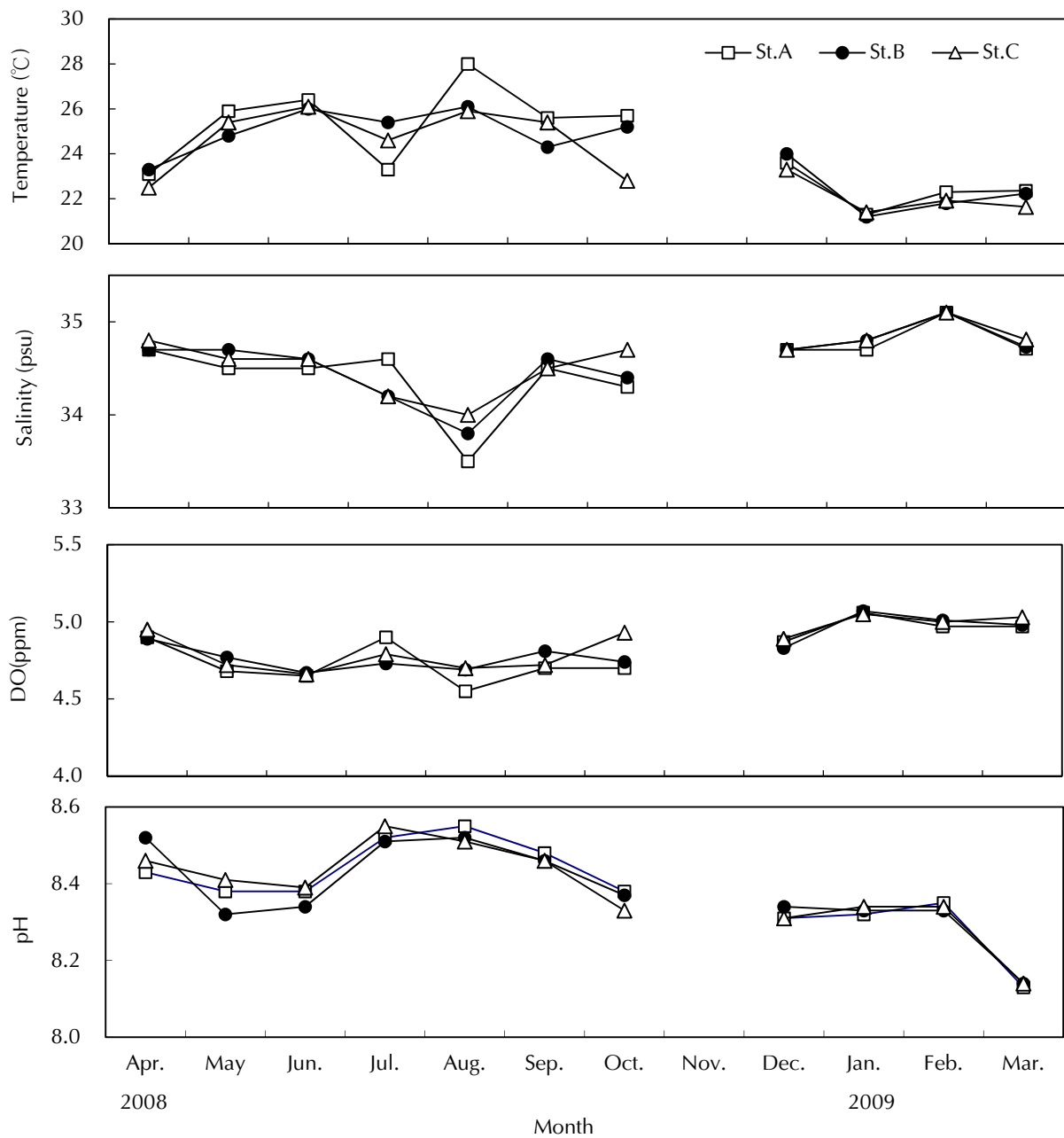


Fig. 2 The changes of physical factors in the southeastern waters of Penghu.

結 果

一、環境因子

(一) 水溫月別變化

三個測站月平均水溫介於 $21.3 \pm 0.10 \sim 26.67 \pm 1.16$ °C 之間 (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 2009 年 1 月份間，最高水溫則在 2008 年 8 月份。

(二) 鹽度月別變化

三個測站月平均鹽度介於 $33.27 \pm 0.25 \sim 34.60 \pm 0.04$ 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。

(三) 水中含氧量 (DO) 月別變化

三個測站 DO 月別平均值介於 $4.72 \pm 0.05 \sim$

5.06 ± 0.01 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 2009 年 1 月份，夏季期間則較低，出現於 2008 年 8 月份。

(四) pH 值月別變化

三個測站之 pH 值月平均介於 8.14 ± 0.01 ~ 8.53 ± 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。

二、魚類之科、種、尾數與漁獲組成及 CPUE 之變化

本研究海域所進行的 13 航次拖網作業中總計漁獲魚類 63 科 121 種 32,787 尾，以下就科數、種類數、漁獲組成、漁獲尾數及 CPUE 之月別變化情形與月別主要漁獲魚種組成大致描述說明之。

(一) 優勢科

出現魚類種類豐度較高之前 12 科科名詳列如 Table 1 所示，其中以天竺鯛科 (Apogonidae) 9 種最多，其次為鮎科 (Scorpaenidae) 的 7 種，海龍科 (Syngnathidae) 的 6 種，左鰈科 (Bothidae) 的 5 種，其餘則為 4 種以下。

Table 1 Top twelve families of fish in the southeastern waters of Penghu

Order	Families	No. of species
1	Apogonidae	9
2	Scorpaenidae	7
3	Syngnathidae	6
4	Bothidae	5
5	Synodontidae	4
5	Platycephalidae	4
5	Carangidae	4
5	Leiognathidae	4
5	Soleidae	4
6	Callionymidae	3
6	Cynoglossidae	3
6	Tetraodontidae	3

(二) 優勢種

Table 2 所示為出現魚類豐度較多的前 12 種，其中以花身鰻 (*Leiognathus rivulatus*) 的 14,034 尾最多，其次依序的為日本發光鯛 (*Acropoma japonicum*) 的 7,042 尾，秋姑魚 (*Upeneus japonicus*) 的 5,145 尾，長蜥魚 (*Saurida elongata*) 的 1,551 尾，六斑刺河魨 (*Diodon holocanthus*) 的 852 尾，其餘各種類則均少於 613 尾。

Table 2 Top twelve species of fish in the southeastern waters of Penghu

Order	Species	Ind.
1	<i>Leiognathus rivulatus</i>	14,034
2	<i>Acropoma japonicum</i>	7,042
3	<i>Upeneus japonicus</i>	5,145
4	<i>Saurida elongata</i>	1,551
5	<i>Diodon holocanthus</i>	852
6	<i>Apogon semilincatus</i>	613
7	<i>Trachinocephalus myops</i>	603
8	<i>Cynoglossus itinus</i>	396
9	<i>Saurida undosquamis</i>	374
10	<i>Sillago aeolus</i>	314
11	<i>Inegocia japonica</i>	247
12	<i>Parapercis sextfasciata</i>	184

(三) 種類數目月別變化

Figure 3 為本研究海域出現魚類種類數目的月別變化情形，整體而言各月份出現種類數目介於 26 ~ 38 種之間，其中以 2008 年 6 月為 38 種最多，其次依序為 2008 年 12 月的 37 種、2008 年 10 月及 1 月各為 32 種；出現種類最少的月份為 2008 年 4 月及 9 月的 26 種。

(四) 魚類尾數月別變化

採樣期間各月出現魚類尾數介於 780 ~ 8,702 尾之間 (Fig. 3)，其中以 2008 年 9 月之 8,702 尾最多，其次依序為 2009 年 1 月的 7,035 尾、2008 年 6 月的 3,564 尾，而以 2008 年 10 月的 627 尾最少。

(五) CPUE 月別變化

Figure 3 所示為 CPUE (kg/h) 之月別變化情

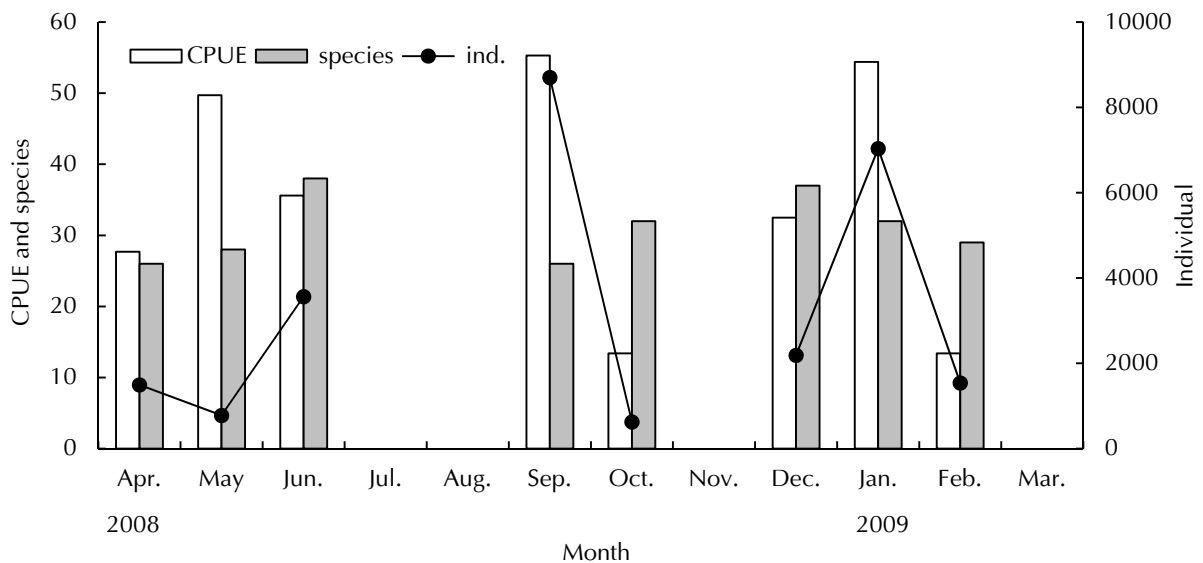


Fig. 3 Monthly variations in the number of species, number of individual and CPUE in the southeastern waters of Penghu.

形，資料顯示 CPUE 值介於 13.4 ~ 55.3 kg/h 之間，其中以 2008 年 9 月為 55.3 kg/h 最高，其次依序為 2009 年 1 月之 54.4 kg/h、2008 年 5 月之 49.7 kg/h，而以 2008 年 10 月之 13.4 kg/h 最低。

(六) 月別主要魚種組成

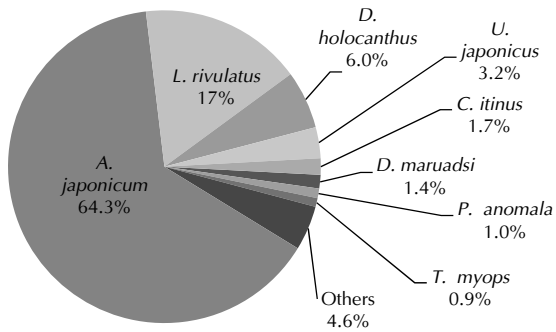
Figure 4 為月別主要魚種組成，其中 2008 年 4 月以日本發光魚鯛最多，佔總漁獲尾數 64%，其次為花身鰻 (20%)，其餘魚種分布均在 20% 以下。2008 年 5 月以秋姑魚 31% 最高，其次為六斑刺河魴 (25%)、花身鰻 (13%)，其餘分布均在 13% 以下；2007 年 6 月以日本發光魚鯛 88% 最高，其次為秋姑魚 (7%)，其餘分布均在 7% 以下；2008 年 9 月以花身鰻 (83%) 及秋姑魚 (13%) 為主；2008 年 10 月以秋姑魚 43% 最高、其次為星斑沙鯪 (*Sillago Aeolus*) (14%)、印度牛尾魚 (*Platycephalus indicus*) (9%)，其餘分布均在 9% 以下；2008 年 12 月以秋姑魚 34% 最高，其次為花身鰻 (26%)、長蜥魚 (8%)，其餘分布均在 8% 以下；2009 年 1 月以花身鰻 (64%)，其次為秋姑魚及長蜥魚 (14%)，其餘分布均在 14% 以下；2009 年 2 月以秋姑魚 (26%) 最高，其次為日本發光魚鯛 (20%)、花身鰻 (18%)，其餘分布均在 18% 以下。

三、優勢魚種之全長頻度分布及體長體重迴歸關係曲線

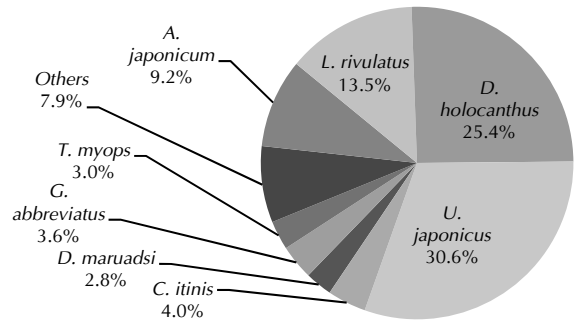
Figures 5 ~ 6 所示為 5 種優勢種 (豐度最多的魚種) 之全長頻度分布及全長與體重迴歸關係圖，其中花身鰻的全長分布範圍為 41.3 ~ 99.7 mm，平均體長為 65.9 mm，平均體重 3.7 g，全長頻度呈常態型分布；日本發光魚鯛的全長分布範圍為 29.4 ~ 93.4 mm，平均體長 69.8 mm，平均體重 4.8 g，全長頻度呈左偏型分布；秋姑魚的全長分布範圍 39.9 ~ 175.2 mm，平均體長 105.2 mm，平均體重 15.3 g，體長頻度呈雙峰型分布；長蜥魚的全長分布範圍 103.0 ~ 378.5 mm，平均體長 167.4 mm，平均體重 33.2 g，全長頻度呈右偏型分布；半紋天竺鯛的全長分布範圍 41.8 ~ 99.4 mm，平均體長 74.4 mm，平均體重 5.5 g，全長頻度呈常態型分布。

另在澎湖東南底拖海域 5 主要優勢魚種全長 (TL) 與體重 (BW) 之關係，其關係式分別如下：
 花身鰻： $W = 9E - 06TL^{3.0820}$, $R^2 = 0.9366$, $N = 554$
 日本發光魚鯛： $W = 2E - 06TL^{3.4471}$, $R^2 = 0.9392$, $N = 572$
 秋姑魚： $W = 5E - 06TL^{3.1759}$, $R^2 = 0.9930$, $N = 1,500$
 長蜥魚： $W = 3E - 06TL^{3.1155}$, $R^2 = 0.9415$, $N = 388$
 半紋天竺鯛： $W = 2E - 06TL^{3.4022}$, $R^2 = 0.9925$, $N = 145$

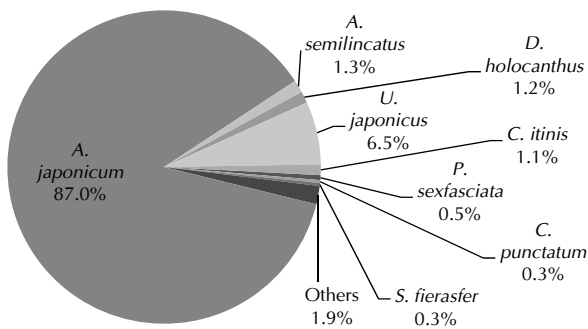
Apr. 2008



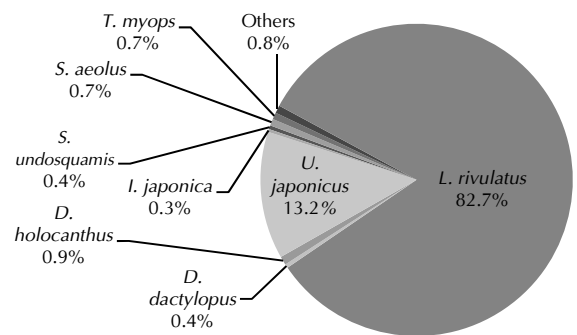
May 2008



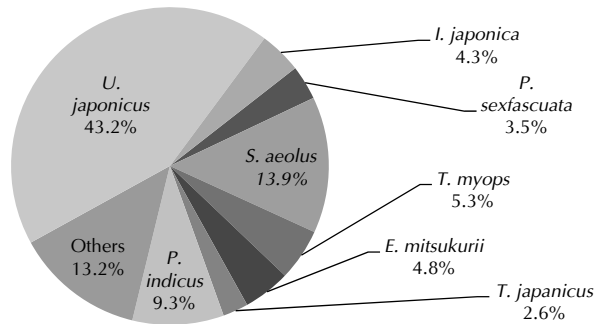
Jun. 2008



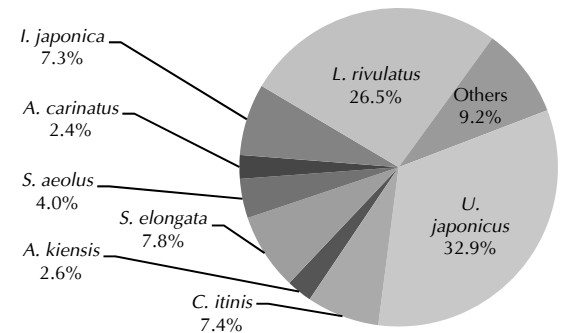
Sep. 2008



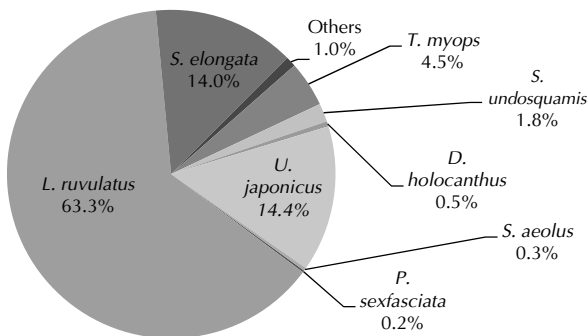
Oct. 2008



Nov. 2008



Jan. 2009



Feb. 2009

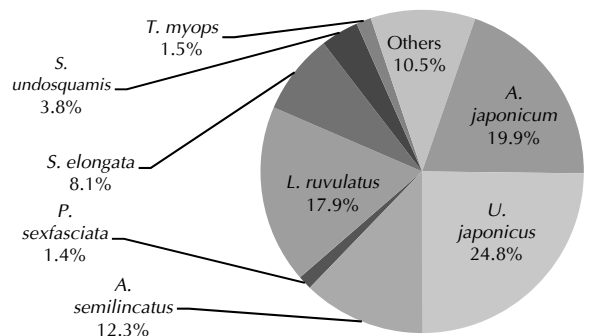


Fig. 4 Monthly variations in the composition of fish in the southeastern waters of Penghu.

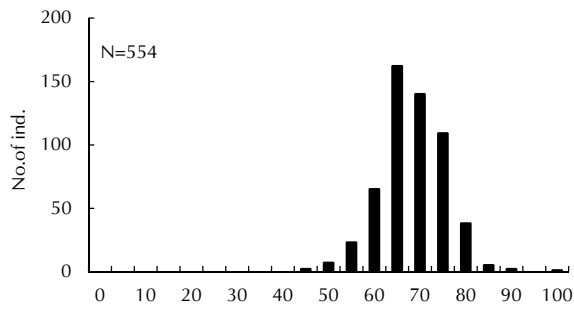
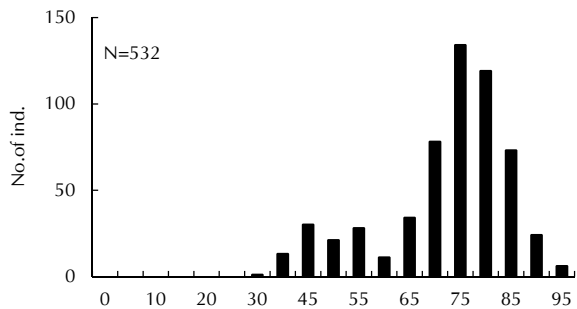
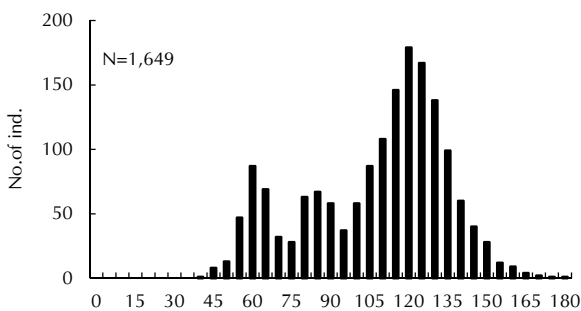
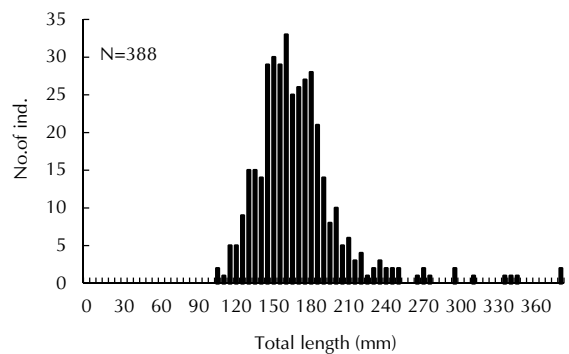
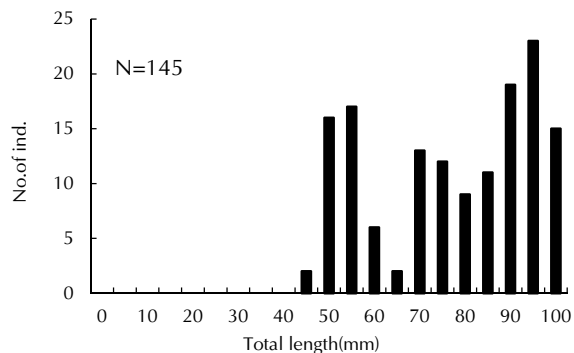
Leiognathus rivulatus*Acropoma japonicum**Upeneus japonicus**Saurida elongata**Apogon semilincatus*

Fig. 5 Frequency distribution of the length of *Leiognathus rivulatus*, *Acropoma Japonicum*, *Upeneus japonicus*, *Saurida elongata*, and *Apogon semilincatus* in the southeastern waters of Penghu.

四、經濟性物種及下雜類物種

(一) 經濟性物種

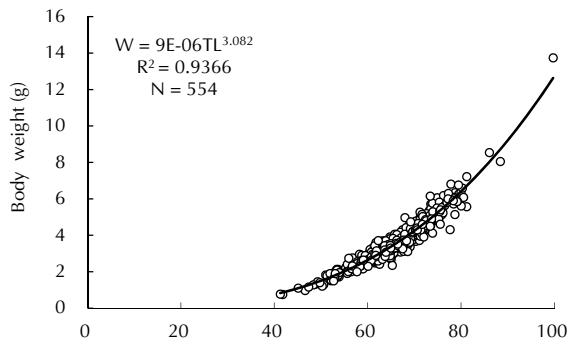
採集此海域 63 科 121 種的魚類漁獲中 (個體數 32,787 尾, 總重量為 454 kg), 其中經濟物種有 33 科 55 種 (個體數為 23,285 尾, 佔總漁獲尾數的 70%, 漁獲重量為 256.4 kg, 佔總漁獲重量的 56.5%)。在優勢物種尾數方面如 Table 3 所示, 其中以花身鯧最多 (14,034 尾, 佔 60.3%), 其次為秋姑魚 (5,145 尾, 佔 22.1%)、長蜥魚 (1,551 尾, 佔 6.6%), 其餘物種尾數均在 6.6% 以下。在重量優勢方面 (Table 3), 以秋姑魚最多 (76.1 kg, 佔 29.7%), 其次為長蜥魚 (33.4 kg, 佔 13.0%)、花

身鯧 (30.2 kg, 佔 11.7%)、其餘物種重量均在 11.7% 以下。

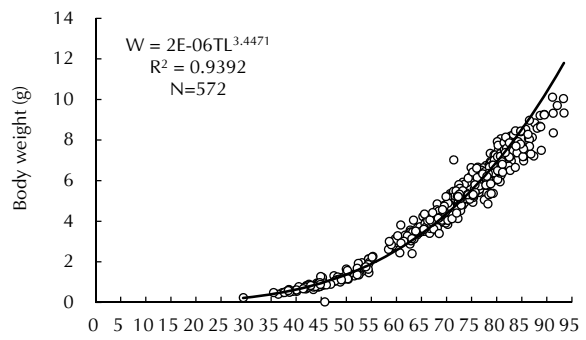
(二) 下雜類物種

本次所漁獲之下雜類物種有 30 科 66 種 (個體數為 9,502 尾, 佔總漁獲尾數的 29%; 漁獲重量為 197.6 kg, 佔總漁獲重量的 43.4%)。在尾數方面 (Table 4), 以日本發光鯛的 7,042 尾、74.1% 最多, 其次為六斑刺河魴的 852 尾 (9%)、半紋天竺鯛的 613 尾 (6.5%), 其餘則少數分布。在重量方面 (Table 4), 以六斑刺河魴最多 (139.9 kg, 佔 71%)、其餘依次為日本發光鯛 (37 kg, 佔 18.8%)、半紋天竺鯛 (4 kg, 佔 2.2%), 其餘則少數分布。

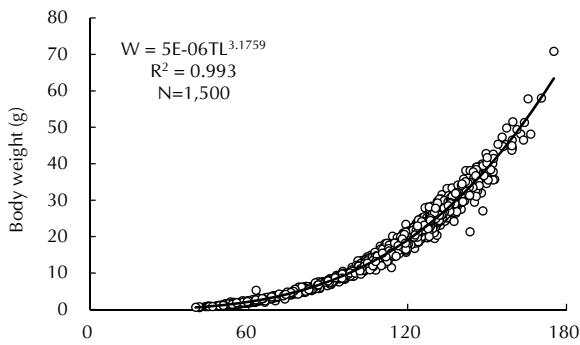
Leiognathus rivulatus



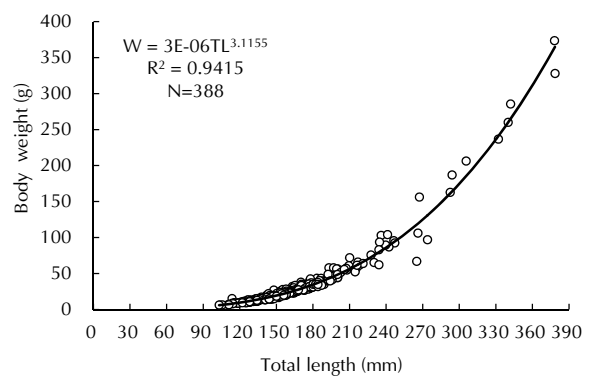
Acropoma japonicum



Upeneus japonicus



Saurida elongata



Apogon semilincatus

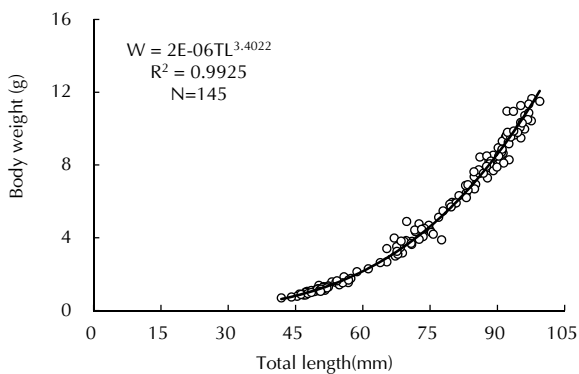


Fig. 6 The relationships between body weight(W) and total length of *Leiognathus rivulatus*, *Acropoma japonicum*, *Upeneus japonicus*, *Saurida elongata*, and *Apogon semilincatus* in the southeastern waters of Penghu.

Table 3 Composition of economic species in terms of number of individual and weight in the southeastern waters of Penghu

Species	No. of catch (%)	Species	Weight (kg) (%)
<i>Leiognathus rivulatus</i>	14,034 (60.3)	<i>Upeneus japonicus</i>	76,049 (29.7)
<i>Upeneus japonicus</i>	5,145 (22.1)	<i>Saurida elongata</i>	33,849 (13.0)
<i>Saurida elongata</i>	1,551 (6.6)	<i>Leiognathus rivulatus</i>	30,236 (11.7)
<i>Trachinocephalus myops</i>	603 (2.6)	<i>Trachinocephalus myops</i>	23,765 (9.3)
<i>Cynoglossus itinus</i>	396 (1.7)	<i>Platyrrhina sinensis</i>	14,587 (5.7)
<i>Saurida undosquamis</i>	374 (1.6)	<i>Saurida undosquamis</i>	13,347 (5.2)
Others	1,182 (5.1)	Others	65,069 (25.4)

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

Species	No of catch (%)	Species	Weight (kg) (%)
<i>Acropoma japonicum</i>	7,042 (74.1)	<i>Diodon holocanthus</i>	139.9 (71.0)
<i>Diodon holocanthus</i>	852 (9.0)	<i>Acropoma japonicum</i>	37 (18.8)
<i>Apogon semilincatus</i>	613 (6.5)	<i>Apogon semilincatus</i>	4.3 (2.2)
<i>Inegocia japonica</i>	247 (2.6)	<i>Inegocia japonica</i>	3.08 (1.6)
<i>Parapercis sexfasciata</i>	184 (1.9)	<i>Parapercis sexfasciata</i>	2.78 (1.4)
<i>Apogon kiensis</i>	89 (0.9)	<i>Pisodonophis cancrivorus</i>	1.7 (0.9)
Others	475 (5.0)	Others	8.6 (4.4)

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

Year/Month	No. of species (S)	Abundance (A)	Richness (d)	Evenness (J')	Diversity (H')
2008/04	45	1496	6.0185	0.3599	1.3699
2008/05	42	780	6.1574	0.5609	2.0963
2008/06	37	3564	4.4017	0.1800	0.6501
2008/09	26	8702	2.7559	0.2006	0.6535
2008/10	32	627	4.8130	0.6182	2.1424
2008/12	37	2189	4.6807	0.5726	2.0677
2009/01	33	7035	3.6123	0.3392	1.1861
2009/02	57	1541	7.6295	0.5557	2.2466

五、群聚分析

(一) 底拖網漁獲物種多樣性分析

Table 5 為本研究各月採樣底拖網漁獲物種數 (S)、豐度 (A)、豐富度 (d)、均勻度 (J') 及歧異度 (H') 之表列, 由表顯示澎湖東南底拖海域各月份出現之 S 介於 26~57 之間, 月平均數為 39, 其中出現最多以 2009 年 2 月的 57 種, 其次為 2008 年 4 月的 45 種, 而最少則出現在 2008 年 9 月的 26 種; A 介於 627~8,702 尾, 月平均數為 3,242 尾, 其中最高值以 2008 年 9 月的 8,702 尾, 其次為 2009 年 1 月的 7,035 尾, 而最少則出現在 2008 年 10 月 627 尾; d 介於 2.755~7.629 之間, 月平均數為 5.009, 其中最高值 7.629 出現在 2009 年 2 月, 其次為 2008 年 5 月為 6.157, 而最低值為 2.755 則出現在 2008 年 9 月; 在 J' 方面, 介於 0.180~0.618 之間, 月平均數為 0.423, 最高值 0.538 出現在 2009 年 2 月, 其次為 2008 年 5 月為 0.573, 而最低值為 0.180 則出現在 2008 年 6 月; 另在 H' 方面,

介於 0.650~2.247 之間, 月平均數為 1.552, 最高值 2.247 出現在 2009 年 2 月, 其次為 2008 年 12 月為 2.142, 而最低值為 0.650 則出現在 2008 年 10 月。由資料明顯的可以看出歧異度指數除了 2008 年 6 及 9 月外, 各月份指數皆大於 1, 由此顯示該海域歧異度高, 物種具有多樣性。

(二) 底拖海域漁獲物群聚分析

1. 空間變化

Table 6 為分析該海域三個不同採集測站之 S、A、d、J' 及 H' 之表列, 由此表可知 A 測站共漁獲種類 79 種, 個體數為 4164 尾 (H' 為 1.409、d 為 9.359 及 J' 為 0.323), 其佔總漁獲尾數 56.8%, 其中優勢種為花身鰻 (64.0%), 依次為秋姑魚 (16%), 長蜥魚 (6%), 半紋天竺鯛 (2%), 其餘則少量分布; B 測站共漁獲 78 種, 個體數為 1238 尾 (H' 為 2.270、d 為 10.813 及 J' 為 0.521), 其佔總漁獲尾數 16.9%, 其優勢種為日本發光鯛 (31%), 依

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

Station	No. of species (S)	Abundance (A)	Richness (d)	Evenness (J')	Diversity (H')
A	79	4,164	9.359	0.323	1.409
B	78	1,238	10.813	0.521	2.270
C	52	1,926	6.743	0.208	0.820

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

Year/Month	No. of species (S)	Abundance (A)	Richness (d)	Evenness (J')	Diversity (H')
2008/04/A	23	1,111	3.137	0.4112	1.2890
2008/04/B	30	1,839	3.858	0.2584	0.8790
2008/04/C	26	1,539	3.407	0.2343	0.7635
2008/05/A	31	825	4.467	0.5744	1.9730
2008/05/B	25	734	3.637	0.5735	1.8460
2008/06/C	37	3,564	4.402	0.1800	0.6501
2008/09/A	26	8,702	2.756	0.2006	0.6535
2008/10/B	32	627	4.813	0.6182	2.1420
2008/12/B	37	2,189	4.681	0.5726	2.0680
2009/01/A	33	7,035	3.612	0.3392	1.1860
2009/02/A	44	3,147	5.339	0.5340	2.0210
2009/02/B	22	801	3.141	0.4935	1.5250
2009/02/C	21	674	3.071	0.3866	1.1770

次為秋姑魚佔 24%，花身鰻佔 13%，長蜥魚佔 5%，其餘則少量分布；C 測站共漁獲 52 種，個體數為 1926 尾 (H' 為 0.820、d 為 6.743 及 J' 為 0.208)，其佔總漁獲尾數 26.3%，其優勢種為日本發光鯛佔 50%，依次為秋姑魚佔 3%，單鼻鞋底魚 (*Cynoglossus itinus*) 佔 1%，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 月 ~ 11 月) 及冬季 (2008 年 12 月 ~ 2009 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 0.850、1.9%、夏季為 0.475、9.5%、秋季為 0.510、3.6%、冬季為 0.565、1.1%。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，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。經由 ANOSIM 分析結果顯

示，表示春季測站物種組成不同，且有顯著差異，夏季不顯著，秋冬兩季略有差異，故無法推論是否為同一群聚之魚類。

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 2008 年 9 月份 A 測站的 8,702 尾最多，其次為 2009 年 1 月份 A 測站的 7,035 尾，2008 年 6 月份 C 測站的 3,564 尾，而以 2008 年 10 月份 B 測站的 627 尾最低；在 J' 方面以 2008 年 10 月份 B 測站的 0.6182 最高，其次為 2008 年 5 月份 A 站為 0.5744，2008 年 5 月份 B 測站的 0.5735，而以 2008 年 4 月份 C 站的 0.2343 為最低；H' 以 2008 年 10 月份 B 測站的 2.1420 最高，其次為 2008 年 12 月份 B 測站的 2.0680，2009 年 2 月份 A 測站的 2.0210，而以 2008 年 6 月份 C 站的 0.6501 為最低。

Table 8 A monthly table of Pairwise test R values of an undertow fish in the southeastern waters of Penghu

Groups	R statistic	Significance level (%)	Possible permutations	Actual permutations	Number \geq observed
04, 05	0.833	10	10	10	1
04, 06	1	25	4	4	1
04, 09	1	25	4	4	1
04, 10	1	25	4	4	1
04, 12	1	25	4	4	1
04, 01	1	25	4	4	1
04, 02	0.37	10	10	10	1
05, 06	1	33.3	3	3	1
05, 09	1	33.3	3	3	1
05, 10	1	33.3	3	3	1
05, 12	1	33.3	3	3	1
05, 01	1	33.3	3	3	1
05, 02	0.25	30	10	10	3
06, 02	-0.111	75	4	4	3
09, 02	0.333	50	4	4	2
10, 02	0.111	75	4	4	3
12, 02	-0.111	75	4	4	3
01, 02	-0.333	100	4	4	4

優勢種在月別上之變化，2008年4月以日本發光鯛 (26%) 為最優勢、5月是以秋姑魚及六斑刺河魨 (31及25%) 為最優勢、6月為日本發光鯛 (88%)、9月為花身鰻 (83%)、10月為秋姑魚及星斑沙鯨 (43%及14%)、12月為秋姑魚及花身鰻各為34%及26%、2009年1月為花身鰻 (64%)、2月為秋姑魚 (26%) (Fig.4)。

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 0.493，Significance level 值為 2.4%，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。本研究所採用的月別分群其 R 值為 0.493，在隨機頻度分布範圍之內，顯示月別間的變化有顯著差異，另由 Pairwise test 之 R 值 (Table 8) 得知，其中 2008 年 6 月與 2009 年 2 月、2008 年 12 月與 2009 年 2 月、2009 年 1 月與 2009 年 2 月，R 值小於 0，表示月別間毫無關係；2008 年 5 月與 2009 年 2 月，R 值小於 0.25，表示月別間略有差異；2008 年 4 月與 2008 年 5 月，月份間 R 值大於 0.5，表示有明顯差異；其餘月份 R 值皆等於 1，表示完全不同。另在各月份間之 Significant level 值皆大於 5%，表示沒有明顯差異。

3. 綜合分析

利用本研究所捕獲之魚類物種，依不同測站、時間作群聚分析，經由 primer v 6.0 之群聚分析 (clustering) 法分析結果顯示如 Fig. 7，大致上可區分成 A 及 B 兩群 (取 47% similarity level)；多元尺度分析 (MDS) 亦反應出群聚分析所得之結果是可以被接受的 (Stress 值為 0.10) (Fig. 8)。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魚種，發現 A 群以秋、冬季 (9、12、翌年 1 及 2 月) 群為主，前 5 個種類佔所有魚種組成 90%，分別為花身鰻、秋姑魚、星斑沙鯨、長蜥魚及短吻花桿狗母魚 (*Trachinocephalus myops*)；B 群以春、夏季 (4、5、6 月及翌年 2 月) 群為主，前 5 個種類佔所有魚種組成 90%，分別為秋姑魚、日本發光鯛、六斑刺河魨、單鼻鞋底魚及花身鰻。如再以 SIMPER 程式計算其兩群組間之關鍵物種 (Table 10)，Groups A & B 依序為花身鰻、日本發光鯛、秋姑魚、長蜥魚、半紋天竺鯛、六斑刺河魨、星斑沙鯨、日本牛尾魚、短吻花桿狗母魚、單鼻鞋底魚。

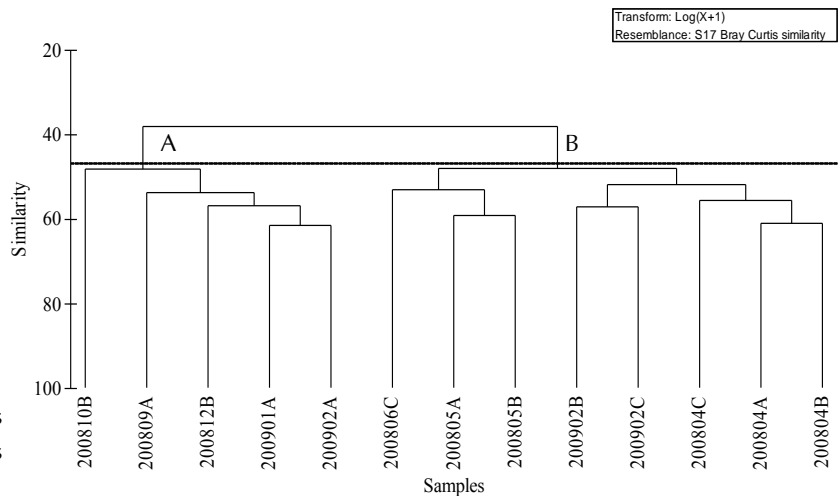


Fig. 7 Space-time cluster analysis diagram for the southeastern waters of Penghu.

Table 9 The main categories of undertow fish groups for the southeastern waters of Penghu

Species	Av. abund.	Av. sim.	Sim./SD	Contrib. (%)	Cum. (%)
Group A					
<i>Upeneus japonicus</i>	823.00	15.05	2.46	42.53	42.53
<i>Leiognathus rivulatus</i>	2608.4	13.27	0.78	37.51	80.03
<i>Sillago aeolus</i>	62.60	1.65	0.92	4.66	84.69
<i>Saurida elongata</i>	282.40	1.51	0.60	4.27	88.97
<i>Trachinocephalus myops</i>	97.80	1.03	2.08	2.91	89.88
Group B					
<i>Acropoma japonicum</i>	879.88	19.24	0.89	57.30	57.30
<i>Upeneus japonicus</i>	128.75	5.61	0.80	16.72	74.01
<i>Diodon holocanthus</i>	89.25	3.27	0.63	9.72	83.74
<i>Cynoglossus itinus</i>	26.38	1.35	1.41	4.03	87.77
<i>Leiognathus rivulatus</i>	124.00	1.13	0.28	3.37	89.14

Calculated by Program SIMPER, the data are translated by log (x+1), lower limit of species contribution is counted to 90%

Table 10 The main categories for each of two undertow fish 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>Leiognathus rivulatus</i>	124	2608.4	31.94	1.21	37.28	37.28
<i>Acropoma japonicum</i>	879.88	0.6	17.83	0.9	20.81	58.09
<i>Upeneus japonicus</i>	128.75	823	13.11	2.24	15.3	73.39
<i>Saurida elongata</i>	17.38	282.4	4.56	1.06	5.32	78.71
<i>Apogon semilincatus</i>	5.63	113.6	2.64	0.5	3.08	81.79
<i>Diodon holocanthus</i>	89.25	27.6	2.29	0.67	2.67	84.46
<i>Sillago aeolus</i>	0.13	62.6	1.94	1.03	2.26	86.72
<i>Inegocia japonica</i>	1.13	47.6	1.38	0.77	1.61	88.33
<i>Trachinocephalus myops</i>	14.25	97.8	1.29	1.03	1.5	89.83
<i>Cynoglossus itinus</i>	26.38	37	1.25	0.79	1.46	89.89
<i>Leiognathus rivulatus</i>	124	2608.4	31.94	1.21	37.28	37.28

Calculated by Program SIMPER, the data are translated by log (x+1), lower limit of species contribution is counted to 90%

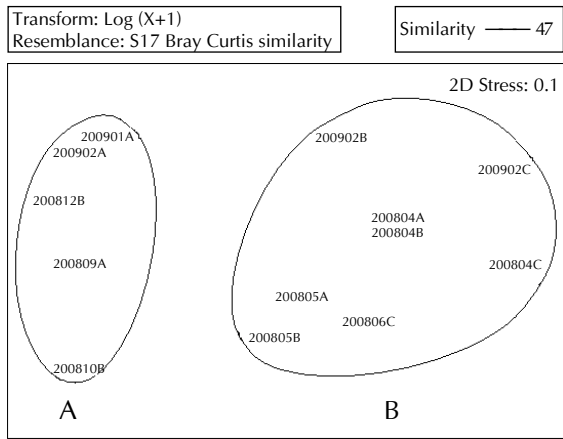


Fig. 8 Diagram of fish space ordination (MDS) in the southeastern waters of Penghu.

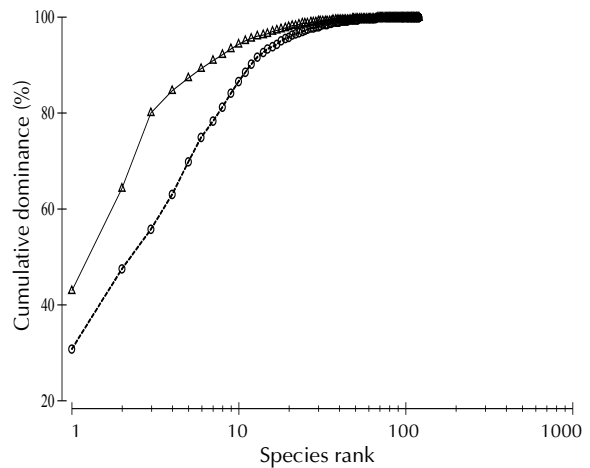


Fig. 10 K-dominance curve of southeastern waters of Penghu. Δ abundance; \circ biomass.

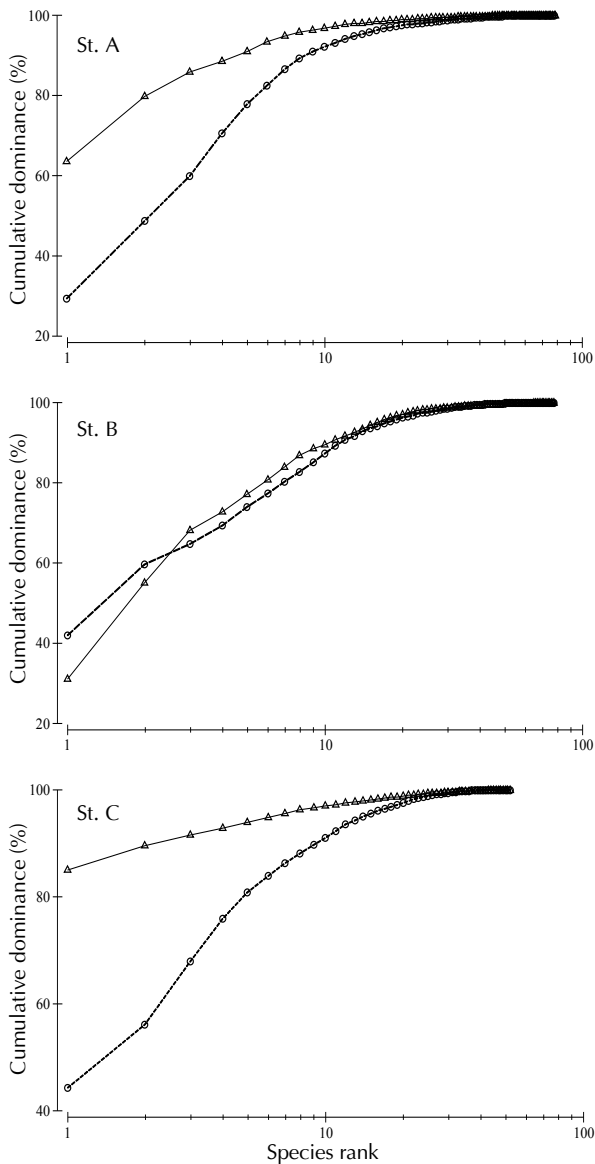


Fig. 9 Comparison of K-dominance curves at the site of southeastern waters of Penghu. Δ abundance; \circ biomass.

六、ABC (Abundance/Biomass Curve) 分析

將本底拖海域所漁獲魚類之族群豐度和生物量資料進行 abundance / biomass Curve 分析，其中測站 A、C 之豐度曲線在生物量曲線之上；測站 B 之豐度曲線兩線相互交叉 (Fig. 9)，表示此海域三個測站均受到人為之干擾。另在澎湖整個東南底拖海域所呈現的結果 (Fig. 10)，其結果顯示豐度曲線在生物量曲線之上，亦顯示此海域受到人為之干擾嚴重。亦即，無論三個測站或整個東南底拖海域，均顯示豐度曲線在生物量曲線之上，表示海域內受到人為之干擾嚴重。

七、拖網漁獲物生態使用效率及混獲分析

本海域季節所漁獲魚類之漁獲量、丟棄量及生態使用效率 (EUE 值) 如 Table 11，全年漁獲量共記錄 140 kg，丟棄量為 67 kg，EUE 值為 0.520，丟棄漁獲重量佔總漁獲量之值為 47.9%；檢視季節之變動，春、夏均有較高的漁獲量，秋、冬季較少，但就漁獲丟棄率而言，春、夏兩季反而較秋、冬季節有較高的丟棄比率。而四季 EUE 值則介於 0.271 ~ 0.666 之間。

八、囊網目大對漁獲小魚之分析

本研究所使用之囊網網目為 3.36 cm，如以捕獲之魚類為例，漁獲體型小於 6 cm 者共計 28 種

Table 11 The ecological use efficiency of fish caught by trawling in the southeastern waters of Penghu

Year/Season	Retained catch (kg)	Discarded catch		Ecological use efficiency
		(kg)	(%)	
2007-2008	73	67	0.479	0.520
Spring	10.8	26	0.703	0.297
Summer	9.7	26	0.729	0.271
Fall	22.9	11	0.334	0.666
Winter	29.4	4	0.120	0.880

(Table 12), 漁獲之最小全長 (TL) 排序依次為 3 cm 以下以松葉牛尾魚 (*Rogadius asper*)、松毬魚 (*Monocentris japonica*)、日本發光鯛等 3 種, 4 cm 以下以中線天竺鯛、青葉鯛 (*Glaucosoma buergeri*)、五棘毒鮋 (*Minous quincarinatus*)、秋姑魚等 4 種, 5 cm 以下以單鼻鞋底魚、花身鰻、半紋天竺鯛、褐條紋天竺鯛 (*Apogon nitidus*)、複鱗蝶 (*Engyproson multisquama*)、褐狗母魚 (*Synodus fuscus*)、大眼鯛 (*Priacanthus macracanthus*)、單斑天竺鯛、黃尾瞻星魚 (*Uranoscopus chinensis*)、印度牛尾魚、澎湖海魴 (*Bregmaceroidea pescadorus*) 等 11 種, 6 cm 以下以東方飛角魚 (*Dactyloptena orientalis*)、日本牛尾魚、六帶虎鱧 (*Paraperis sexfasciata*)、短吻花桿狗母魚、複鱗蝶、腹指鼠鱗魚、瓦式鱗 (*Callionmus valenciennei*)、五目扁魚 (*Pseudorhombus pentophthalmus*)、鬚鮋 (*Apistus carinatus*)、黑天竺鯛 (*Apogon niger*) 等 10 種。此海域所使用之底拖網囊網目大為 3.36 cm, 小魚種類比例偏高, 可考慮囊網目大放大問題。據鍾 (2007) 之研究顯示, 使用目大 6.5 cm 之囊網後, 漁獲未成熟之個體數減少相當多, 成熟之個體數下降不多。因此在短期內會由於目前普遍偏小的漁獲體長組成關係, 而使得漁獲量驟減, 在長期及資源合理利用方面有正面之助益。

討 論

一、水文之探討

由水文調查之資料分析, 可顯見有季節性及空間性之變化情形存在, 季節性之變化主要是以

溫度來區分, 冬季時中國沿岸冷流進入澎湖海域由於表溫較低, 加上東北季風之影響, 故 2009 年 1 月三測站的海水平均溫度為 21.30 ± 0.10 °C, 為整年最低 (Fig. 2), 夏季時由於黑潮支流受西南季風增強之影響, 故此支流大部分進入臺灣海峽流經澎湖海域, 黑潮支流海表溫較高, 故海域之水溫隨季節及受黑潮支流之影響, 2008 年 9 月三測站的海水平均溫度為 26.67 ± 1.16 °C (Fig. 2), 為整年最高。澎湖海域的水文與海底地形有密切關係, 本島西南端海域有水深 20 m 左右之臺灣堆, 西北方有雲彰隆起, 東方有水深 200 m 左右之黑水溝, 即臺灣黑潮支流, 其由南往北水道漸窄, 水流湍急, 水色深藍, 被稱為黑水溝, 但不止於雲彰隆起, 而且此 60 m 水道貫穿澎湖西北與西北走向之雲彰隆起的南端, 連貫烏坵凹陷, 讓黑水溝帶來之黑潮支流暖流盤踞於澎湖之北部, 另一方面冬季強勁的東北季風之持續吹拂, 讓中國大陸沿岸流向南流, 至海峽中部以北附近水域擴張至臺灣北部海域, 在雲彰隆起的北側大陸沿岸流, 因受地形所阻而向東時逆迴轉並靠近臺灣西岸流向東北 (詹, 2002), 因此冬季低溫、低鹽及高混濁之大陸沿岸水受制於雲彰隆起及隆起南端之 60 米水道的黑潮支流水所阻擋, 不易向南端之澎湖水域擴張, 而形成明顯的冷暖水鋒面對峙於雲彰隆起附近水域之狀況。此一水文及地形特徵, 讓澎湖水域即使在冬季最冷的 1、2 月及 12 年 (1996 ~ 2007 年) 之平均表水溫亦在 22 °C 左右, 而成就了澎湖水域特有之珊瑚礁生態系; 所以黑水溝及雲彰隆起形同澎湖海洋生態系之屏障。因此本研究水溫觀測數據與詹 (2002) 所述吻合。

Table 12 Species that size under 6 cm in the southeastern waters of Penghu

Date	Station	Species	TL(mm)	TW(g)
2008/04/14	A	<i>Rogadius asper</i>	13.40	16.00
2009/02/23	B	<i>Monocentris japonica</i>	18.34	4.90
2009/02/23	B	<i>Acropoma japonicum</i>	29.43	0.24
2008/12/04	B	<i>Apogon kiensis</i>	36.07	0.52
2008/05/08	A	<i>Glaucosoma buergeri</i>	36.28	1.46
2008/04/16	C	<i>Minous quincarinatus</i>	39.81	1.03
2008/10/22	C	<i>Upeneus japonicus</i>	39.92	0.61
2008/06/09	C	<i>Cynoglossus itinus</i>	40.54	0.46
2008/06/09	C	<i>Leiognathus rivulatus</i>	41.27	0.77
2008/06/09	C	<i>Apogon semilincatus</i>	41.83	0.70
2008/09/09	A	<i>Apogon nitidus</i>	44.55	1.08
2008//01/20	A	<i>Engyprosopon multisquama</i>	44.88	0.95
2008/05/08	A	<i>Synodus fuscus</i>	45.32	0.51
2008/06/09	C	<i>Priacanthus macracanthus</i>	45.76	2.33
2008/12/04	B	<i>Apogon carinatus</i>	48.34	1.30
2008/12/04	B	<i>Uranoscopus chinensis</i>	49.13	1.90
2008/05/08	A	<i>Platycephalus indicus</i>	49.24	0.88
2008/12/04	B	<i>Bregmaceroiidae pescadorus</i>	49.56	0.70
2009/02/23	B	<i>Dactyloptena orientalis</i>	50.52	1.40
2008/09/09	A	<i>Inegocia japonica</i>	55.44	1.42
2008/06/09	C	<i>Parapercis sexfasciata</i>	55.46	6.75
2009/02/10	A	<i>Trachinocephalus myops</i>	55.75	1.41
2009/01/20	A	<i>Engyprosopon multisquama</i>	57.28	2.09
2008/09/09	A	<i>Dactylopus dactylopus</i>	58.21	1.72
2008/06/09	C	<i>Callionmus valenciennei</i>	58.46	1.47
2008/09/09	A	<i>Pseudorhombus entophthalmus</i>	58.76	1.87
2009/02/10	A	<i>Apistus carinatus</i>	59.07	1.73
2008/09/09	A	<i>Apogon niger</i>	59.27	3.94

二、生物群聚在空間、時間之變化情形

澎湖東南底拖海域生物群聚在空間之變化情形，本研究將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，測站間並無差異存在，故可推測此海域應屬於同一群聚之魚類。另在時間變化方面，將月別分群

其 R 值為 0.493，在隨機頻度分佈範圍之內，顯示月別間的變化沒有顯著差異，由上述顯示，生物群聚在時間及空間上均無顯著差異。

三、魚類群聚之月別變化

澎湖東南底拖海域之物種群聚之月別變化，

由資料分析得知，物種群聚在月別種類數、個體數及 CPUE (Fig. 3) 均顯示單月優勢物種的動態，能使月別群聚結構產生改變，因此該海域之魚類群聚之月別變化，主要係受少數之數量上最優勢物種所左右。另群聚在優勢種方面，單月主要之最優勢魚種，以日本發光鯛、花身鰻、秋姑魚、六斑刺河魨、星斑沙鯨、印度牛尾魚及長蜥魚等。上述數量上之優勢魚種的動態，能使月別群聚結構產生改變，因此該海域之魚群群聚之月別變化，主要係受優勢魚種所左右。

四、體長頻度分布之探討

多峰型體長頻度分布情形因種類而異在不同魚種間有不同的情形 (Erzini, 1990)，形成的原因可能為雌雄體長之差異、季節影響及不同繁殖期等。本研究發現海域內的日本牛尾魚、正蜥魚 (*Saurida undosquamis*)、白帶魚 (*Trichiurus japonicus*)、秋姑魚、短吻花桿狗母魚為雙峰型，呈現出多年級群的現象，推測可能是不同繁殖期所造成的。另中線天竺鯛、印度牛尾魚、長蜥魚、腹指鼠魚、鼠鱧，其體長分佈均為左偏歪型分佈、呈現出魚體趨小之現象，因上述魚種為砂質底棲性魚類，長期為漁民漁獲之對象，由於長年的漁獲壓力應是造成魚體小型化之主要原因。據 Jouffre and Inejih (2005) 曾利用 Dominance curves 分析法評估長期的底拖漁法對底棲生態之影響，並發現在長期之漁撈壓力的影響下，成長慢、個體較大的物種，因無法承受此壓力而逐漸消失，並逐步被成長快、個體小的物種所取代。

五、Abundance/Biomass Curve 之探討

據 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。Rogers and Ellis (2000) 在英國沿岸的底棲魚類群聚改變之研究中發現，早期年代由於大量之小魚被漁獲且丟棄的結果，及加上長期的商業性捕撈影響，致使該區較大個體物種之豐度急速下降，且體型較小和非標之物種豐度有增加的情形。據 Jouffre and Inejih (2005) 利用 Dominance

curves 分析法評估長期的底拖網漁法對底棲生態之影響，並發現在長期之漁撈壓力的影響下，成長慢、個體較大的物種，因無法承受此壓力而逐漸消失，並逐步被成長快、個體小的物種所取代。本研究在 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，顯示該海域資源受到干擾嚴重，原因可能遭受自然、人為或較直接之漁撈壓力等因素所影響不得而知，目前並無長期資料可佐證，有待進一步繼續建立長期資料及監控。

六、混獲物種所佔的比例

對於下雜類物種所佔的比例，本研究於澎湖東南底拖海域所漁獲的總數而言，扣除了經濟種類後，分別計算其他體型太小、價格不高及不能食用等之個體種數與重量所佔的比例，在重量方面佔總漁獲重量之 33.5%，在種數方面佔總體種數之 16.8%，據劉等 (1978)、周及謝 (1979) 及陳等 (1986) 調查結果佔捕獲量之 30%，在重量比方面其差異不大。本研究顯示漁獲之下雜魚為即是各種魚蝦蟹之稚、幼魚的組合體，又下雜類物種主要體型小、價格不高及不能食用之蟹類等之物種，均作為飼料處理，相當可惜，這無非是一種資源的浪費。本研究得知四個季節丟棄之重量比介於冬季 (0.120) ~ 夏季 (0.729) 之間，這些幼小且無法利用之物種是否可海拋放生，據 Wayne and Stuore (2005) 的研究發現，可丟棄的稚魚在曝露在空氣 15 分鐘後，有 85% 的死亡率。故此方法是否可行，值得日後繼續研究探討之。

七、生物多樣性、棲地與保育之探討

本研究區域之海域生態環境特殊，主要漁場之底質為砂泥底分布，周遭海底有砂、礁石及珊瑚礁等多樣化底質，海底之附著生物有藻類等，具有多樣性，由漁獲分類得知生物相中具有豐富之魚類相、甲殼類及軟體動物等多樣性生物。據鐘等 (2009) 於此海域底拖生物調查中，計發現 80 科 159 種物種，其中魚類 63 科 121 種、甲殼類 13 科 33 種、軟體動物 4 科 5 種。由此可見本研究區

域之生態及魚類具有生物多樣性。因此要維持生態及生物之多樣性，棲地的維護與資源保育有其必要性，下列有關棲地及保育探討如下：

(一) 生物多樣性

本研究海域之魚類群聚種類計有 63 科 121 種 32,787 尾，此海域物種之月別歧異度為 0.650 ~ 2.246 之間、平均值為 1.552 ± 0.630 (Table 5)；均勻度為 0.180 ~ 0.618、平均值為 0.423 ± 0.165 (Table 5)，由此顯示該海域物種之月別歧異度高，表示此海域具有高度之物種多樣性。由於本研究之海域，是自有漁業以來作業至今的沿近岸漁場，其地理位置位於澎湖本島東南方，北、西、南三面由小島所環繞，是一個灣口朝東之半開放性水域，故形成一道天然屏障，因此受氣候之影響較小，面積有 23 平方哩，漁場形如盤狀，是屬於半封閉之漁場，底質為砂泥，水深分布中深外淺，是深度小於 70 m 的淺海域，由於漁場周遭由小島所環繞，底拖網漁場外圍之底質為珊瑚礁及礁石所組成。據 Josep *et al.* (2002) 認為淺海區 (<100 m) 可提供底棲魚類一個合適的棲地環境及孵育場所，Catalan *et al.* (2006) 指出，淺海區有柔軟的底質和較高的生產力，因此可讓許多物種在此繁殖、產卵。由上述海域特徵及調查結果，推測可能是一個產卵育幼場所，建議應進行有系統之仔稚魚採樣及分析，以比對喇哪些經濟物種之產卵特徵，以利後續漁業管理政策之研擬。

(二) 網目大小對生物資源之影響

本採集研究所使用之囊網網目為 3.36 cm，該網具在海底拖曳的同時加上斷落藻類之附著，網目可謂密不通風，故本研究漁獲物中內含多數之小魚，在 121 類漁獲物中，6 cm 以下的小魚就有 29 種 (Table 12)，其中內含有經濟價值之魚類，諸如花身鰻、大眼鯛等，就長期而言，以如此小網目漁具進行漁撈作業，極可能對該海域幼小資源及孵育場所造成無法彌補的傷害。據 Wang *et al.* (2007) 於大溪地區漁獲之調查結果顯示漁獲中，小型魚所佔的量比率相當得多，種類也相當繁雜，因此推測該區可能是許多魚類重要之孵育場所。

(三) 作業漁期與漁獲體長之探討

拖網漁業之漁撈作業特性為全年均可作業，

而本研究海域全年均有拖網漁船作業，又因底拖漁獲目標魚種無法掌控，各種類最小個體 (Table 12) 出現之時期，均為該區拖網船漁撈作業之漁期。據本研究發現 6 cm 以下之魚種全年計有 28 種，在春季有 7 魚種，體長介於 1.34 ~ 59.1 mm、夏季有 9 種，體長介於 36.3 ~ 58.5 mm、秋季有 9 種，體長介於 39.9 ~ 59.3 mm、冬季有 6 種，體長介於 36.1 ~ 57.3 mm 之間。上述各季節所漁獲之體長小及不能食用之魚種，通常被視為下雜魚而丟棄，長此以往將對該水域資源產生莫大的負面影響。

謝 辭

本計畫承蒙參與執行之同仁及本所海安號高澄樹、王英順、陳麗昌、陳邦家、陳進千、薛貴欲、歐啟明等全力協助底拖魚類分類及測量工作，以及瑞興利號船長陳曜燦先生及全體船員協助底拖漁獲採集，在此一併致謝。

參考文獻

- 周耀然, 謝寬永 (1979) 底拖網漁業的網目選擇性研究 - I : 50 mm 網目選擇性試驗的初步報告. 臺灣省水產學會刊, 6(2): 203-218.
- 陳春暉 (2003) 澎湖的魚類. 臺灣省水產試驗所特刊, 379 pp.
- 陳俊德, 周耀然, 陳清寶, 廖學鑑 (1986) 臺灣海峽漁場底拖漁場漁獲組成之初步探討. 中國水產, 402: 29-42.
- 詹森 (2002) 全方位探索臺灣海峽, 21 世紀海洋臺灣. 國家海洋科學中心, 33-37.
- 劉錫江, 郭慶老, 賴翰林, 陳明薰, 蘇茂森, 許建宗, 鄭廣輝 (1978) 臺灣近海小型拖網漁業資源研究. 臺灣省水產試驗所報告, 30: 221-280.
- 鍾易達 (2007) 臺灣北部海域底拖網漁業網目選擇性之研究. 國立臺灣海洋大學環境生物與漁業科學學系, 碩士論文, 1-92.
- 鐘金水, 冼宜樂, 黃文卿, 林綉美, 蔡萬生, 歐麗榛, 涂詩韻, 鄭靜怡 (2009) 澎湖本島東南 (北溝) 海域底拖生物群聚結構之調查. 澎湖縣政府農漁局, 123 pp.
- 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.
- Alverson, D. L. and S. E. Hughes (1996) By-catch: from emotion to effective natural resource management. Rev. Fish Biol. Fisheries, 6: 444-462.
- Catalan, I. A., M. T. Jimenez, J. I. Alconchel, L. Prieto

- and J. L. Munoz (2006) Spatial and temporal changes of coastal demersal assemblages in the Gulf of Cádiz (SW Spain) in relation to environmental conditions. *Deep-Sea Res., Part II*, 53: 1402-1419.
- Clark, K. R. and R. N. Gorley (2006) PRIMER V6: User manual/tutorial (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research). Plymouth Marine Lab., Plymouth, 166 pp.
- Erzini, K. (1990) Sample size and grouping of data for length frequency analysis. *Fish. Res.*, 9: 355-366.
- Evans, S. M., J. E. Hunter, J. E. Elizal, and R. I. Wahju (1994) Composition and fate the catch and bycatch in the Farne deep (North Sea) Nephrops fishery. *ICES J. Mar. Sci.*, 52: 155-168.
- Josep, L., L. G. de Sola, S. Arnaud and G. Rene (2002) Effects of large-scale habitat variability on condition of demersal exploited fish in the north-western Mediterranean. *ICES J. Mar. Sci.*, 59: 215-227.
- Jouffre, D. and C. A. Inejih (2005) Assessing the impact of fisheries on demersal fish assemblages of the Mauritanian continental shelf, 1987-1999, using dominance curves. *ICES J. Mar. Sci.*, 62: 380-383.
- 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.
- 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.
- Rogers, S. I. and J. R. Ellis (2000) Changes in the demersal fish assemblages of British coastal waters during the 20th century. *ICES J. Mar. Sci.*, 57: 866-881.
- 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. Abu. Talib, A. Krongprom, M. Supongpan, P. Khemakorn, N. Armada and, L. R. (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. Bio.*, 92: 557-562.
- Watling, L. and E. A. Norse (1998) Disturbance of the seabed by mobile fishing gear : a comparison to forest clear cutting. *Conservation Biol.*, 12: 1180-1197.
- 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.
- Wang, S. B., J. C. Ou, J. J. Chang and K. M. Liu (2007) Characteristics of the trash generated by bottom trawling in surrounding water of Guei-Shan Island, northeastern Taiwan. *J. Fish Soc. Taiwan*, 34(4): 379-395.

Biological Community Structure of Bottom Trawling Fishery in the Southeastern Waters of Penghu

Chin-Sui Chung*, Yi-Yueh Shean, Wen-Ching Hwang, Shiow-Mei Lin,
Lih-Zhen Ou, Jing-Yi Zheng and King-Jung Lin

Penghu Marine Biology Research Center, Fisheries Research Institute

ABSTRACT

This research was conducted from April 2008 to March 2009 in the southeastern waters of Penghu. Data for qualitative and quantitative analysis were collected by trawlers. After the species were identified, the diversity index, evenness, similarities, cluster, ordination, ecological use efficiency, environmental factor and method of interference were used to evaluate species composition and community structure characteristic.

A total of 32,787 individuals of fish belonging to 63 families and 121 taxa was collected. The five most dominant taxa were *Leiognathus rivulatus* (42.8%), *Acropoma japonicum* (21.5%), *Upeneus japonicus* (15.7%), *Saurida elongata* (4.7%), and *Diodon holocanthus* (10.6%). The CPUE ranged from 13.4 to 55.3 (kg/h) with the maximum occurring in September 2008 and the minimum occurred in October 2008. The monthly diversity indexes were between 0.650 and 2.247, and the average was 1.552 ± 0.631 . The evenness values ranged between 0.180 and 0.618 with an average of 0.423 ± 0.165 . The estimated ecology utilization efficiency was 0.520, and the weight of discarded fish accounted for 47.9% of the total catch. In conclusion, in the southeastern waters of Penghu, there were no significant differences in the fish group structure for time and space factors. In addition, the ABC curve of the observed station showed that abundance was over biomass. The study suggested that the bottom trawling operation had caused a great stress on the fishing ground.

Key words: Penghu, bottom trawling, community analysis

*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