

澎湖近海底拖網漁獲生物群聚結構分析

張芸甄¹・葉宇庭²・鍾金水²・冼宜樂²・林綉美²・歐麗臻²・黃文卿²・鄭靜怡²
楊子泰²・莊美英²・謝恆毅²・陳律祺^{2*}

¹ 行政院農業委員會水產試驗所海洋漁業組

² 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

澎湖位於寒暖流交會之水域，寒暖流季節之消長影響水文狀況，進而顯示季節上各類漁獲物之差異及變化。本研究針對澎湖西北及東南底拖網漁業作業海域出現物種，進行種類組成變化之探討，在研究期間總計漁獲生物 103 科 273 種 164,502 尾，其中西北海域之漁獲生物種類豐度以花身鰻 (*Leiognathus rivulatus*) 最高，東南海域則以橢圓鰻 (*Gazza minuta*) 最多。種類數目之月別變化介於 23 – 99 種之間，漁獲生物尾數之月別變化介於 1,364 – 31,919 尾之間，單位努力漁獲量 (catch per unit effort, CPUE) 之月別變化介於 11.5 – 63.5 kg/hr 之間，另針對各月別底拖網漁獲進行漁獲體型分析，豐富度 (d) 介於 2.9 – 11.3 之間；均勻度 (J') 介於 0.1 – 0.7 之間；歧異度 (H') 介於 0.4 – 3.0 之間，由資料顯示幾乎各月份歧異度指數皆大於 1，由此顯示本研究選取之測站生物歧異度高，物種具有多樣性，東南海域優勢物種主要以經濟價值較低之鰻科為主，西北海域各月之優勢物種則有顯著不同。另針對五種經濟性魚種：秋姑魚 (*Upeneus japonicus*)、白帶魚 (*Trichiurus japonicus*)、瓜子鰻 (*Psenopsis anomala*)、鰻鯔 (*Eyynnus cardinalis*) 及六絲馬鮫 (*Polydactylus sextarius*) 進行分析，結果顯示秋姑魚、白帶魚及瓜子鰻之平均體長皆已達成熟體型，且五種經濟性魚種總計漁獲生物量為 702.8 kg，占總漁獲量的 34.4%。底拖網漁法漁獲效率雖然高，但是伴隨大量的混獲物種，若能針對底拖網漁具進行改良，減少混獲比率，可維持漁業資源的永續利用。

關鍵詞：底拖網、群聚結構分析、生物多樣性

前 言

澎湖位於寒暖流交會之水域，夏季時黑潮支流受西南季風之推送，進入臺灣海峽，冬季時中國大陸沿岸流隨著東北季風進入澎湖周遭海域。寒暖流季節之消長影響澎湖周遭海域之水文狀況，進而顯示季節上各類漁獲物之差異及變化。澎湖地處北緯 23° 附近，位於亞熱帶海域，周遭海域水深約 50 – 60 m 之間，廣大的陸棚是許多經濟性生物、甲殼類、軟體動物棲息及生長的重要海域 (鐘等, 2019)。

依據冼與鄭 (2005) 研究，澎湖主要拖網漁場

有目斗北底拖漁場、西北底拖漁場、北溝底拖漁場、花嶼西底拖漁場及南溝底拖漁場，目前僅有少數拖網船仍於澎湖北淺漁場及澎湖本島東南方沿海海域 (俗稱南溝) 作業。依據行政院農業委員會漁業署漁業統計年報資料，統計澎湖近十年拖網漁船數量，大約維持在 270 艘左右，拖網的漁獲量則自 2008 年 1,760 mt 逐年下降，至 2017 年只有 471 mt，漁獲量呈現大幅下降之趨勢，顯示拖網資源已逐漸缺乏。

拖網對於砂泥底質之海底容易造成深掘之情況 (Watling and Norse, 1998)，造成海床生態環境受到嚴重破壞與干擾，使得底棲魚種資源面臨枯竭的情況，漁業經營相當困難，故為維護沿近海漁業資源及保護海洋棲地，行政院農業委員會漁業署在 106 年 3 月 28 日公告禁止拖網漁船於距岸三浬內拖曳網具作業或投網、揚網，禁止總噸位五十以上拖網漁船於距岸十二浬內拖曳網具作

*通訊作者 / 澎湖縣馬公市蔴裡里 266 號, TEL: (06) 9953416#122; FAX: (06) 995-3058; E-mail: lcchen@mail.tfrin.gov.tw

業或投網、揚網，以養護沿近海海洋棲地。

另拖網漁業漁獲效率雖然高，但是漁獲對象選擇性低，除了漁獲主要的經濟性種類外，同時會混獲 (bycatch) 非目標生物 (鐘等, 2014)，包含個體較小的生物或者非經濟性之魚類、甲殼類及軟體動物等，據 Alverson *et al.* (1994) 研究指出，全球漁獲中約有三分之一被棄置為下雜魚，這些非目標生物被大量漁獲，導致全球漁業資源的浪費，同時也影響族群未來成魚的加入量 (recruitment)。

水產資源為典型的可再生資源，若採取有效的管理措施，有機會可讓資源持續利用，然而在制定相關管理措施前，相當仰賴基礎水文及生物資料的建立，才能針對特定漁業或生物提出有效的管理措施。依據陳 (2004) 研究，澎湖魚類多達 172 科 1,230 種，顯示澎湖海域魚類相之多樣性，惟過去研究多偏重於分類，而忽略海域環境基礎水文、生物群聚及多樣性層次之相關研究，因此本研究針對澎湖西北 (北淺) 及東南 (南溝) 底拖網作業海域之基礎水文及漁獲物，進行種類組成變化及群聚結構特性的探討，以做為爾後管理措施之參考依據。

材料與方法

一、測站的選擇及樣本採集

本研究區域測站 A、B、C 為西北底拖漁場，測站 D、E、F 則為南溝底拖漁場，海域環境之底質為砂泥底分布，水深介於 50 – 60 m，東南海域係澎湖傳統拖網漁場，與西北海域比起來，東南海域受到較少中國大陸沿岸流之影響，選擇有不同水文狀況之海域進行進行種類組成變化之探討，並依照距岸遠近在各海域分別選擇三個測站進行調查分析。本研究測站的選擇如 Fig. 1，雇用民間拖網漁船 (700 匹馬力，噸數約為 30 t，囊網網目目大為 3.36 cm) 於澎湖西北 (測站 A、B、C) 及東南 (測站 D、E、F) 海域內進行底拖網採集作業。作業時，於兩海域畫定各 3 條採集航線，每一航次於固定航線上拖曳，拖網時間固定在白天，拖曳 1 hr，航速為 2.5 節，採樣時間自 2018 年 7 月至 2019 年 3 月止，總共進行 54 網次的採集。

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 6 測站直接測定其垂直水層之值 (每 1 m 記錄 1 測值，最深測至水深 30 m 處)，並取其平均值。

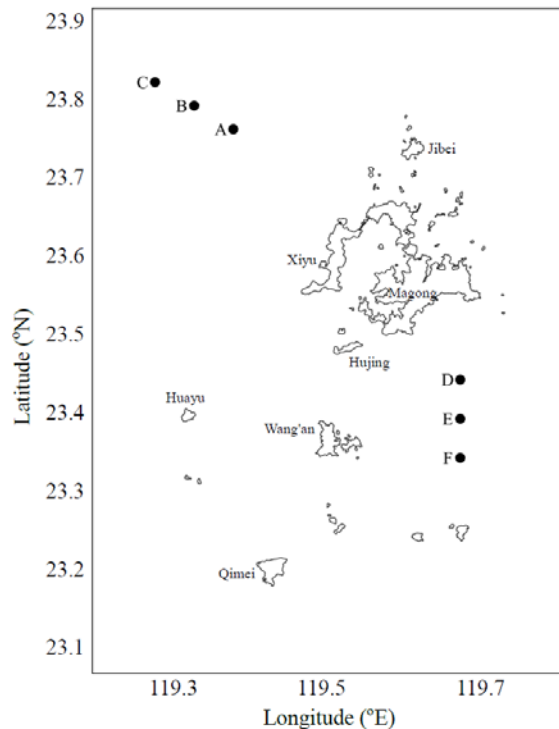


Fig. 1 Locations of the sampling stations in the study.

三、樣本處理

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、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。

四、群聚結構分析

(一) 單位努力漁獲量 (catch per unit effort, CPUE)

依每小時民間拖網漁船捕獲多少漁獲量 (以 kg 為單位) 來進行計算。

(二) 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) 來估計 (Shannon and Weaver, 1949)，其計算式如下：

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

P_i ：第 i 種魚之個體數所佔百分比

S ：當次採樣的種類數目

公式中 H' 值的範圍因分析時採用之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，歧異度指標越大，表示多樣性越高，反之則越低。

(三) 豐富度指數 (richness index, d)

豐富度指數越高，表示物種種類越豐富，其計算式如下：

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

N ：總個體數， S ：種類數

(四) 均勻度指標 (evenness, J')

均勻度指標係指尾數分布均勻程度，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：

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

$$H_{\max} = \log S$$

結果與討論

一、環境因子

(一) 水溫月別變化

研究期間六個測站平均水溫介於 21.72 – 28.49°C 之間 (Fig. 2)，由探測結果顯示水溫隨季節之更迭而變化，最低水溫出現在 2018 年 12 月份，最高水溫則在 2018 年 8 月份。

(二) 鹽度月別變化

研究期間六個測站平均鹽度介於 33.29 – 34.55 psu 之間 (Fig. 2)，檢視各測站之月別平均鹽度變化情形，發現在春、冬季期間平均鹽度較高，夏、秋季期間平均鹽度較低。

(三) 水中含氧量 (dissolved oxygen, DO) 月別變化

研究期間六個測站 DO 月別平均值介於 6.42 – 7.20 ppm 之間 (Fig. 2)，資料顯示溶氧隨著季節變化，春、冬季期間，水溫較低時，DO 值較高，最高值出現於 2018 年 12 月份，夏季期間水溫較高，此時 DO 值較低，最低值出現於 2018 年 8 月份。

(四) pH 值月別變化

研究期間六個測站 pH 值月平均介於 8.17 – 8.36 之間 (Fig. 2)，並無顯示出明顯之季節變化。

二、物種之種、漁獲組成、尾數及 CPUE 之變化

本研究海域所進行的 54 網次拖網作業中總計漁獲生物 103 科 273 種 164,502 尾，其中西北海域計漁獲生物 84 科 193 種 60,103 尾，另東南海域計漁獲生物 83 科 221 種 104,399 尾，西北及東南海域重複出現之物種數為 141 種，以下就種類數、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進行說明：

(一) 優勢種

西北海域出現漁獲生物種類豐度較高之前 10 種詳列如 Table 1 所示，其中以花身鰻 (*Leiognathus rivulatus*) 12,666 尾最多，其次依序為正蜆魚 (*Saurida undosquamis*) 6,515 尾，鬚赤對蝦 (*Metapenaeopsis barbata*) 5,661 尾，秋姑魚 (*Upeneus japonicus*) 5,412 尾。

東南海域出現漁獲生物種類豐度較高之前 10 種詳列如 Table 2 所示，其中以橢圓鰻 (*Gazza minuta*) 23,990 尾最多，其次為花身鰻 22,905 尾，條紋鰻 (*L. fasciatus*) 20,189 尾，中國槍鎖管 (*Uroteuthis chinensis*) 6,802 尾。

(二) 種類數目月別變化

西北海域各月份出現種類數目介於 23 – 89 種之間，其中以 2018 年 9 月的 89 種最多，其次為 2019 年 1 月的 71 種，出現種類最少的月份為 2018 年 7 月的 23 種，出現漁獲生物種類數目之月別變化情形如 Fig. 3 所示。

東南海域各月份出現種類數目介於 29 – 99 種之間，其中以 2018 年 11 月的 99 種最多，其次為 2019 年 1 月的 97 種，出現種類最少的月份為 2018 年 7 月的 29 種，出現漁獲生物種類數目之月別變化情形如 Fig. 4 所示。

Table 1 Top ten species in the northwest waters of Penghu

Rank	Scientific name	Abundance
1	<i>Leiognathus rivulatus</i>	12666
2	<i>Saurida undosquamis</i>	6515
3	<i>Metapenaeopsis barbata</i>	5661
4	<i>Upeneus japonicus</i>	5412
5	<i>Trichiurus japonicus</i>	5227
6	<i>Acropoma japonicum</i>	3399
7	<i>Penaeus marginatus</i>	2798
8	<i>Uroteuthis chinensis</i>	2337
9	<i>Evynnis cardinalis</i>	2261
10	<i>Decapterus maruadsi</i>	1872

Table 2 Top ten species in the southeast waters of Penghu

Rank	Scientific name	Abundance
1	<i>Gazza minuta</i>	23990
2	<i>Leiognathus rivulatus</i>	22905
3	<i>Leiognathus fasciatus</i>	20189
4	<i>Uroteuthis chinensis</i>	6802
5	<i>Acropoma japonicum</i>	5083
6	<i>Saurida undosquamis</i>	5058
7	<i>Metapenaeopsis barbata</i>	4008
8	<i>Saurida elongata</i>	3457
9	<i>Upeneus japonicus</i>	3368
10	<i>Penaeus marginatus</i>	984

(三) 漁獲生物尾數月別變化

西北海域採樣期間各月出現漁獲生物尾數介於 1,364 – 15,764 尾之間 (Fig. 5)，其中以 2018 年 11 月之 15,764 尾最多，其次依序為 2019 年 1 月的 14,985 尾、2019 年 3 月的 6,376 尾，而以 2018 年 7 月的 1,364 尾最少。

東南海域採樣期間各月出現漁獲生物尾數介於 2,418 – 31,919 尾之間 (Fig. 6)，其中以 2018 年 9 月之 31,919 尾最多，其次依序為 2018 年 7 月的 14,136 尾、2019 年 1 月的 13,912 尾，而以 2019 年 3 月的 2,418 尾最少。

(四) CPUE 月別變化

西北海域 CPUE (kg/hr) 值介於 24.4 – 63.5 之間，其中以 2018 年 10 月 63.5 最高，其次依序為 2019 年 1 月之 58.3、2019 年 3 月之 54.4，而以 2018 年 7 月之 24.4 最低，CPUE 之月別變化情形如 Fig. 7 所示。

東南海域 CPUE (kg/hr) 值介於 11.5 – 62.9 之間，其中以 2019 年 1 月 62.9 最高，其次依序為 2018 年 11 月之 52.7、2018 年 9 月之 44.5，而以 2018 年 7 月之 11.5 最低，CPUE 之月別變化情形如 Fig. 8 所示。

(五) 漁獲組成、尾數及 CPUE 月別之分析

拖網為全年均可作業之漁法，由研究資料顯示，除了東南海域之尾數資料以外，7 月份相較其他月份之生物種類數目、漁獲生物尾數及 CPUE 皆為研究期間最低的月份，對照環境因子分析，此時屬於水溫較高、鹽度較低及水中含氧量較低的時期。夏季時黑潮支流到達澎湖周遭海域，高溫水團造成澎湖周遭海域水溫上升，黑潮支流上表層水 (50 m 以淺) 屬貧營養鹽海水，總葉綠素濃度於冬季達最高，春夏季較低，秋季時再度回升 (藍, 2006)，缺乏營養鹽造成漁業資源於夏季水溫高時，因基礎生產力不足而生產量較低，冬季時中國沿岸流進入澎湖周遭海域，低溫之水團影響了澎湖周遭海域的水溫。

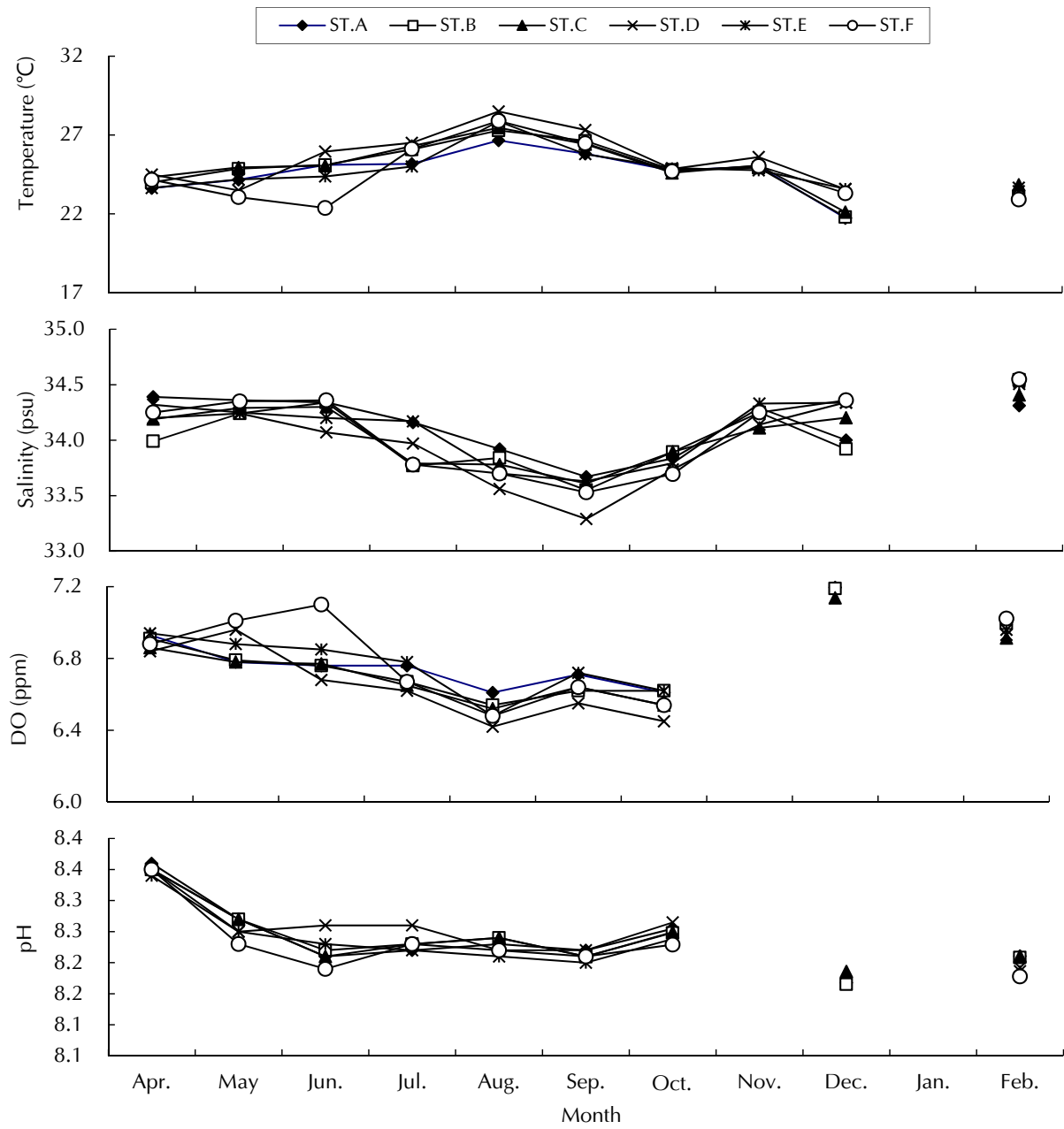


Fig. 2 Changes in the physical characteristics of the sampling stations during this study.

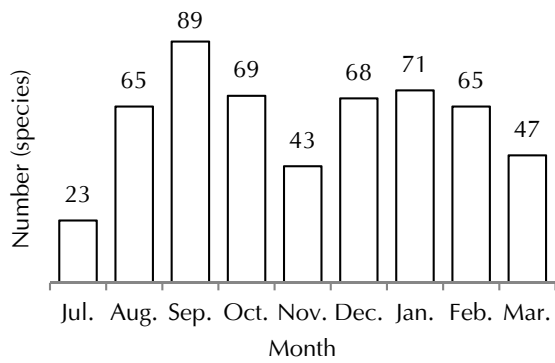


Fig. 3 Monthly variations in the numbers of species caught in the northwest waters of Penghu.

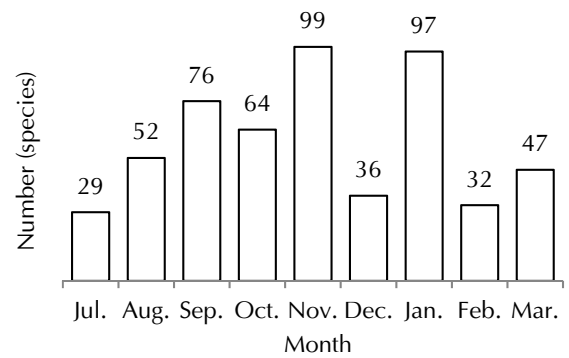


Fig. 4 Monthly variations in the numbers of species caught in the southeast waters of Penghu.

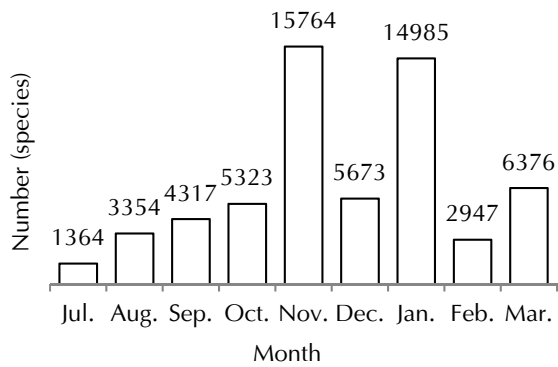


Fig. 5 Monthly variations in the numbers of individual fish caught in the northwest waters of Penghu.

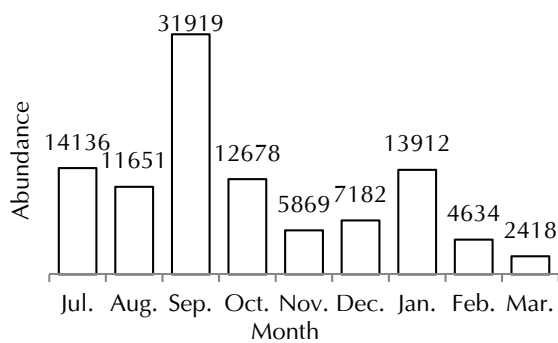


Fig. 6 Monthly variations in the numbers of individual fish caught in the southeast waters of Penghu.

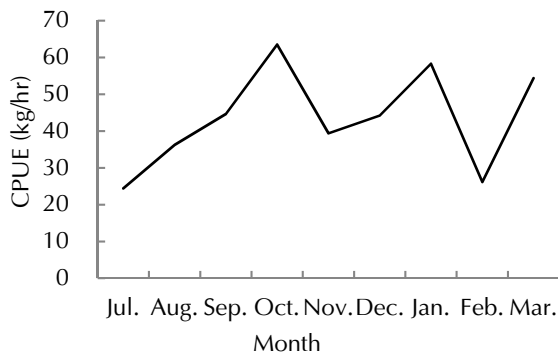


Fig. 7 Monthly variations in CPUE in the northwest waters of Penghu.

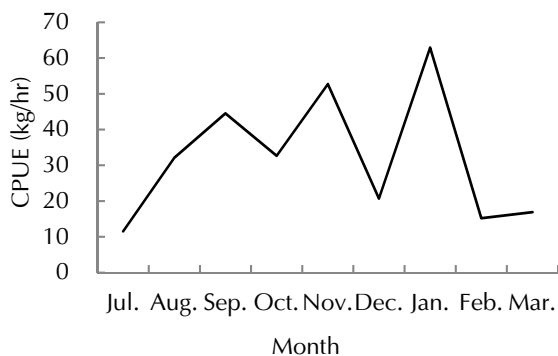


Fig. 8 Monthly variations in CPUE in the southeast waters of Penghu.

三、月別主要漁獲生物種類組成

(一) 西北海域

2018 年 7 月以鯆鯛 (*Evynnis cardinalis*) 最多，佔總漁獲尾數 29%，其次為銅鏡鯔 (*Decapterus maruadsi*, 21%)、中國槍鎖管 (20%)，其餘魚種分布均在 14% 以下。2018 年 8 月以鰻鯰 (*Plotosus lineatus*) 21% 最多，其次為漢氏梭子蟹 (*Portunus haanii*, 19%)，其餘分布均在 8% 以下；2018 年 9 月以秋姑魚 15% 最多，其次為橢圓鰻 (13%)、漢氏梭子蟹 (10%)，其餘分布均在 8% 以下；2018 年 10 月以正蜥魚 32% 最多，其次為秋姑魚 (14%)、中國槍鎖管 (11%)，其餘分布均在 10% 以下；2018 年 11 月以花身鰻 85% 最多，其次為正蜥魚 (11%)，其餘分布均在 2% 以下；2018 年 12 月以正蜥魚 40% 最多，其次為秋姑魚 (30%)、鯆鯛 (13%)，其餘分布均在 9% 以下；2019 年 1 月以日本發光鰻 (*Acropoma japonicum*) 18% 最多，其次為六絲馬鰻 (*Polydactylus sextarius*) (17%)、長蜥魚 (*Saurida elongata*, 16%)，其餘分布均在 14% 以下；2019 年 2 月以白帶魚 (*Trichiurus japonicus*) 37% 最多，其次為秋姑魚 (32%)，其餘分布均在 8% 以下；2019 年 3 月以白帶魚 52% 最多，其次為日本發光鰻 (33%)、秋姑魚 (9%)，其餘分布均在 2% 以下。

(二) 東南海域

月別主要生物種類組成 2018 年 7 月以橢圓鰻最多，佔總漁獲尾數 93%，其次為中國槍鎖管 (4%)，其餘魚種分布均在 2% 以下；2018 年 8 月以花身鰻 89% 為主，其餘分布均在 2% 以下；2018 年 9 月以條紋鰻 63% 及橢圓鰻 22% 為主，其餘分布均在 5% 以下；2018 年 10 月以花身鰻 66% 及台灣鎖管 16% 為主，其餘分布均在 8% 以下；2018 年 11 月以長蜥魚 22% 為主，其次為脂眼鰻 (*Selar crumenophthalmus*, 18%)，其餘魚種分布均在 12% 以下；2018 年 12 月以橢圓鰻 57% 為主，其次為正蜥魚 (22%)，其餘魚種分布均在 13% 以下；2019 年 1 月以螢石鰻 53% 為主，其次為長蜥魚 (18%)，其餘魚種分布均在 7% 以下；2019 年 2 月以花身鰻 70% 為主，其餘魚種分布

Table 3 Community structure analysis for the northwest waters of Penghu

Month	Species (S)	Abundance (A)	Richness index (d)	Evenness (J')	Diversity index (H')
201807	23	1364	3.048	0.607	1.902
08	65	3354	7.884	0.673	2.810
09	89	4317	10.513	0.672	3.018
10	69	5323	7.926	0.576	2.437
11	43	15764	4.345	0.219	0.822
12	68	5673	7.752	0.446	1.881
201901	71	14985	7.280	0.562	2.394
02	65	2947	8.011	0.611	2.552
03	47	6376	5.251	0.362	1.392

Table 4 Community structure analysis for the southeast waters of Penghu

Month	Species (S)	Abundance (A)	Richness index (d)	Evenness (J')	Diversity index (H')
201807	29	14136	2.930	0.106	0.357
08	52	11651	5.447	0.160	0.631
09	76	31919	7.232	0.273	1.181
10	64	12678	6.668	0.303	1.259
11	99	5869	11.294	0.618	2.839
12	36	7182	3.942	0.411	1.472
201901	97	13912	10.062	0.502	2.298
02	32	4634	3.672	0.361	1.250
03	47	2418	5.904	0.663	2.553

均在 10% 以下；2019 年 3 月以長蜥魚 27% 為主，其次為正蜥魚 (23%)，其餘魚種分布均在 18% 以下。

(三) 魚類群聚之月別變化

由研究資料顯示，西北海域物種群聚各月份歧異度指數，除了 11 月份主要捕獲花身鯧造成歧異度指數較低以外，其餘月份歧異度指數均高，顯示出西北海域其生物多樣性相當高。東南海域物種群聚歧異度指數在夏季時最低，主要捕獲物種為橢圓鰻及花身鯧，其餘月份歧異度指數均高，主要物種尚包括條紋鰻及日本發光鯛，顯示出東南海域其生物多樣性也相當高。

四、底拖網漁獲物種多樣性分析

(一) 漁獲物種群聚分析

Tables 3、4 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，由表顯示澎湖底拖海域各月份出現之 S 介於 23 - 99 之間，其中出現最多以 2018 年 11 月東南海域的 99 種，其次為 2019 年 1 月東南海域的 97 種，而最少則出現在 2018 年 7 月西北海域的 23 種；A 介於 1,364 - 31,919 尾，其中最高值以 2018 年 9 月東南海域的 31,919 尾，其次為 2018 年 11 月西北海域的 15,764 尾，而最少則出現在 2018 年 7 月西北海域 1,364 尾；d 介於 2.93 - 11.294 之間，其中最高值 11.294 出現在 2018 年 11 月東南海域，其次為 2018 年 9 月西北海域為 10.513，而最低值為 2.93 則出現在 2018 年 7 月東南海域；在 J' 方面，介於 0.106 - 0.673 之間，最高值 0.673 出現在 2018 年 8 月西北海域，其次為 2018 年 9 月西北海域為 0.672，而最低值為 0.106 則出現在 2018 年 7 月東南海域；另在 H' 方面，介於 0.357 - 3.018 之間，最高值 3.018 出現在 2018 年 9 月西北海域，其次為

2018 年 11 月東南海域為 2.839，而最低值為 0.357 則出現在 2018 年 7 月東南海域。

(二) 多樣性分析

由結果看出歧異度指數除了東南海域 2018 年 7、8 月及西北海域 2018 年 11 月外，各月份指數皆大於 1，顯示本研究選取之測站生物歧異度高，物種具有多樣性。西北及東南海域在物種數及豐富度上沒有顯著差異 (*t* test 統計結果 *p* 值分別為 0.937 及 0.662)；在豐度上每月平均西北海域 6,678 尾，東南海域 11,600 尾，東南海域略高於西北海域，但在 *t* test 統計結果 *p* 值為 0.17，並未有顯著差異；在均勻度上每月平均西北海域為 0.525，東南海域為 0.377，西北海域略高於東南海域，但在 *t* test 統計結果 *p* 值為 0.09，並未有顯著差異；在歧異度上每月平均西北海域為 2.134，東南海域為 1.538，西北海域略高於東南海域，但在 *t* test 統計結果 *p* 值為 0.13，並未有顯著差異。統計結果雖然 *p* 值均無小於 0.05，但是經由數量及種類分布結果，可以約略顯示顯示東南海域生物豐度雖高，但多集中於部分物種，研究期間東南海域優勢物種主要以經濟價值較低之鰻科為主，西北海域各月之優勢物種則有顯著不同。西北海域冬季時較東南海域更容易受到中國大陸沿岸流之影響，寒暖流交會時形成海洋鋒面，海水的溫、鹽度大致上下是混和均勻的狀態 (澎湖縣政府, 2005)，中國大陸沿岸流含豐富的營養鹽，如硝酸鹽 (nitrate)、磷酸鹽 (phosphate) 及矽酸鹽 (silicate) (藍, 2006)，提供高基礎生產力，推測海流狀況之不同進而影響澎湖西北海域及東南海域各類漁獲物之差異及變化。

本研究由漁獲生物相得知澎湖周遭海域具有豐富之魚類、甲殼類及軟體動物，作業海域之主要海底底質為砂泥底，要維持海域環境的生物多樣性，仍須仰賴對於棲地的保護，根據 Josep *et al.* (2002) 在地中海的研究指出，淺海的棲息環境對於底棲系群的生產力是相當重要的，淺海提供生物棲息及孵育的場所，Catalan *et al.* (2006) 也指出，淺海環境比起較深的海域，淺海的生物豐富度及生物量都比較高，由上述研究結果顯示淺海環境為重要之生物棲息及孵育的場所，未來也應針對澎湖周遭淺海環境進行相關仔稚魚及海域環

境生態調查，以提供產卵場及成體與仔稚魚生物群聚結構比較之基礎資料。

五、經濟性物種分析

(一) 平均體長與成熟體長

選定 5 種物種作為本研究之經濟性魚種，包括秋姑魚、白帶魚、瓜子鰩 (*Psenopsis anomala*)、魷鯛及六絲馬鮫，分別就各物種之成熟體長與本研究捕捉物種之平均全長作說明：

1. 秋姑魚

依據劉 (2017) 研究臺灣北方三島周邊水域之秋姑魚漁業生物學研究顯示，最小性成熟年齡，雌魚 2.2 歲，雄魚 2 歲，生殖季在每年的 3 月至 10 月之間，50% 性成熟體長，雌魚為 10.88 cm，雄魚為 10.81 cm。本研究捕捉之秋姑魚平均體長為 11.347 cm，已達性成熟之體長。

2. 白帶魚

依據吳等 (2015b) 採自臺灣西南海域之白帶魚，產卵期從 11 月至翌年 7 月，產卵盛期為 1-3 月，屬於生殖期長且一年多次產卵型者，50% 性成熟體長，雌魚為 18.00 cm，雄魚為 14.88 cm。本研究捕捉之白帶魚平均體長為 48.796 cm，已達性成熟之體長。

3. 瓜子鰩

依據行政院農業委員會水產試驗所電子報第 107 期 (吳等, 2015a)，臺灣西南海域之瓜子鰩生殖季在每年的 3-8 月，50% 性成熟體長，雌魚為 15.74 cm，雄魚為 15.25 cm。本研究捕捉之瓜子鰩平均體長為 18.811 cm，已達性成熟之體長。

4. 魷鯛

依據涂 (2010) 調查臺灣東北海域之魷鯛，生殖季在每年的 10 月至翌年 3 月之間，50% 性成熟尾叉長，雌魚為 16.616 cm，雄魚為 17.492 cm。本研究捕捉之魷鯛平均體長為 12.625 cm，雖然小於涂 (2010) 研究中 50% 性成熟尾叉長，但是建議應針對魷鯛進行相關生殖學調查，瞭解其最小性成熟體長，以評估資源狀況。

5. 六絲馬鮫

尚未有六絲馬鮫相關之生殖生物學研究，本研究捕捉之六絲馬鮫平均體長為 14.25 cm。

(二) 綜合分析

除六絲馬鮫沒有相關生殖生物學研究以外，本次研究捕撈之秋姑魚、白帶魚及瓜子鯧之平均體長皆已達成熟體型，鮆鯛則需進一步進行相關生殖學調查。本研究所採集之秋姑魚、白帶魚及瓜子鯧平均體長約略已達成熟體型，顯示該資源應仍可持續利用。另依本研究所進行 54 航次拖網作業中，總計漁獲生物量為 2041.1 kg，分析所有物種之漁獲量，漁獲生物量以白帶魚的 326.010 kg 最多，其次依序為鮆鯛的 145.272 kg，正蜥魚的 141.665 kg，秋姑魚的 135.205 kg。由結果顯示 5 種經濟性魚種為主要之漁獲物種，其總計漁獲生物量為 702.839 kg，占總漁獲量的 34.434%，而在各物種排名中，秋姑魚為第 4 名，白帶魚為第 1 名，瓜子鯧為第 18 名，鮆鯛為第 2 名，六絲馬鮫為第 9 名，顯示除了瓜子鯧以外，其餘經濟性魚種漁獲量皆在前 10 名當中。底拖網漁法漁獲效率雖然高，但是伴隨大量的混獲物種，非目標物種最後變成下雜魚，造成漁業資源的浪費，若能針對底拖網漁具進行改良，減少混獲的比率，可維持漁業資源的永續利用。

謝 辭

本研究經費由行政院農業委員會漁業署暨澎湖縣政府農漁局委託研究計畫（計畫編號：106-澎湖-1）項下支應，執行期間承蒙澎湖海洋生物研究中心各同仁共同協助，讓本研究得以順利完成，特此感謝。

參考文獻

吳春基，賴繼昌，吳龍靜（2015a）臺灣西南海域主要魚類－刺鯧。行政院農業委員會水產試驗所電子報第107期 (<https://www.tfrin.gov.tw/friweb/frienews/enews0107/s1.html>)。

- 吳春基，黃建智，蕭琍婷，吳龍靜（2015b）臺灣西南海域主要魚類－日本帶魚。行政院農業委員會水產試驗所電子報第110期 (<https://www.tfrin.gov.tw/friweb/frienews/enews0110/t1.html>)。
- 邵廣昭（2020）臺灣魚類資料庫網路電子版 (<http://fishdb.sinica.edu.tw>)
- 冼宜樂，鄭明修（2005）澎湖的蟹類。行政院農業委員會水產試驗所特刊第7號，239 pp.
- 涂致曄（2010）台灣東北海域鮆鯛之生殖生物學研究。國立臺灣海洋大學環境生物與漁業科學學系 碩士論文，73 pp.
- 陳春暉（2004）澎湖產魚類名錄。行政院農業委員會水產試驗所特刊第4號，175 pp.
- 劉庭佑（2017）臺灣北方三島周邊水域產日本緋鯉 *Upeneus japonicas* 之漁業生物學研究。國立臺灣海洋大學海洋事務與資源管理研究所 碩士論文，72 pp.
- 藍揚麒（2006）台灣海峽內橈腳類組成與水文季節變動之關係。國立海洋大學環境生物與漁業科學研究所 博士論文，155 pp.
- 鐘金水，冼宜樂，黃文卿，林綉美，歐麗榛，鄭靜怡，林金榮（2014）澎湖東南海域底拖魚類群聚結構之研究。水產研究，22 (1): 43-62.
- 鐘金水，冼宜樂，黃文卿，林綉美，歐麗榛，鄭靜怡，楊子泰，莊美英（2019）澎湖拖網漁業魚類群聚分析調查。澎湖縣政府農漁局，35 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.
- 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.
- Josep, L., L. G. de Sola, S. Arnould 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: 1215-1227.
- Shannon, C. E. and W. Weaver (1949) The Mathematical Theory of Communication. University of Illinois Press, Urbana.
- Watling, L. and E. A. Norse (1998) Disturbance of the seabed by mobile fishing gear: a comparison to forest clearcutting. Conserv. Biol., 12: 1180-1197.

Community Structure Analysis Based on Bottom Trawl Fishing in the Waters of Penghu

Yun-Chen Chang¹, Yu-Ting Yeh², Chin-Sui Chung², Yi-Yueh Shean², Shiow-Mei Lin²,
Lih-Zhen Ou², Wen-Ching Hwang², Jing-Yi Zheng², Tzu-Tai Yang², Mei-Ying Zhuang²,
Hernyi Justin Hsieh² and Lu-Chi Chen^{2*}

¹Marine Fisheries Division, Fisheries Research Institute

²Penghu Marine Biology Research Center, Fisheries Research Institute

ABSTRACT

This study focused on the species populations in the northwest and southeast waters of Penghu based on bottom trawl fishery hauls. During the study period, 164,502 fishes belonging to 103 families and 273 species were caught. The most abundant fish in the northwest waters was *Leiognathus rivulatus*. The most abundant fish in the southeast waters was *Gazza minuta*. Monthly variations in the numbers of species ranged between 23 and 99. Monthly variations in the numbers of individual fish ranged between 1,364 and 31,919. Monthly variations in catches per unit effort (CPUE, kg/hr) ranged between 11.5 and 63.5. We analyzed monthly catches, which showed that the richness index ranged between 2.9 and 11.3, evenness ranged between 0.1 and 0.7, and the diversity index ranged between 0.4 and 3.0. The data show that the diversity index was greater than 1 for almost every month, indicating that the biodiversity of the station selected for this study was high.

The dominant species identified in the southeast waters were Leiognathidae, which have low economic value, whereas the dominant species in the northwest waters differed significantly each month. Furthermore, we analyze five economical fishes, including *Upeneus japonicas*, *Trichiurus japonicus*, *Psenopsis anomala*, *Evynnis cardinalis*, and *Polydactylus sextarius*. The average fish total lengths of *Upeneus japonicas*, *Trichiurus japonicus*, and *Psenopsis anomala* in this study indicated that these fish had achieved mature lengths. The total catch biomass of the five economical fishes was 702.8 kg, accounting for 34.4% of the total catch biomass. Although bottom trawl fishery has a high catch efficiency, large numbers of bycatch species were observed. If bottom trawl fishing gear can be improved to reduce the rate of bycatch species, the sustainable use of fishery resources can be maintained.

Key words: *bottom trawl, community structure analysis, biological diversity*

*Correspondence: 266 Shili, Magong 880, Penghu, Taiwan. TEL: (06) 995-3416#122; FAX: (06) 995-3058; E-mail: lcchen@mail.tfrin.gov.tw