

不同規格之單層與三層刺網對嘉義沿岸海域黑鯛之選擇性研究

賴繼昌^{1*} · 楊清閔¹ · 黃章陽² · 謝寬永³ · 吳龍靜¹

¹行政院農業委員會水產試驗所沿近海資源研究中心

²臺灣漁業永續發展協會

³國立臺灣海洋大學環境生物與漁業科學學系

摘要

為究明不同規格刺網在台灣沿海漁場的漁獲效果，本研究利用 9.4、9.8、10.7、11.3 及 11.8 cm 等五種不同網目之單層刺網，及內網 10.3 cm，外網 30.4 cm 之三層刺網，在嘉義布袋沿海以黑鯛為主要對象，進行刺網選擇性實驗。結果顯示，小網目的單層刺網與三層刺網之漁獲魚種及尾數相近；其中，9.4 cm 網目較易漁獲體型小及未成熟的個體；10.7 cm 者之每單位努力量所漁獲黑鯛的收益 (IPUE) 較其他網目者為高。三層刺網所捕獲的每尾魚平均重量低於其他單層刺網，但因其漁獲總重較高，故整體漁獲經濟價值最佳。各不同規格刺網之經濟性漁獲物與全部漁獲物之比例值 (C/T)，無論以尾數或重量計，其值均高於 0.82，表示沿海刺網漁業之漁獲物皆受到高度利用。

分析黑鯛之尾叉長別對不同網目之選擇性，結果顯示，在盛漁期，若欲漁獲之黑鯛尾叉長 (FL) 與選用網目 (M) 間的關係為： $FL / M = 2.63$ 時，單層刺網對黑鯛之漁獲效果及整體漁獲效益較三層刺網佳；然而若考慮全部捕獲魚種，三層刺網之漁獲效果則較單層刺網佳，獲利亦較好。所以在黑鯛盛漁期間，以網目為 10.7 cm 的單層刺網作業，可減少對漁場環境及資源的破壞，同時亦能兼顧漁獲收益。

關鍵字：單層刺網、三層刺網、網目選擇性、黑鯛

前言

黑鯛 (*Acanthopagrus schlegelii*) 俗稱黑格、烏格或厚唇，分布於西太平洋海域，北由日本，南至香港海域，台灣周邊及澎湖海域均有分布，屬於溫、熱帶沿岸雜食性的底棲魚類，性喜棲息在砂泥底質之內灣水域 (邵, 2013)。根據台灣漁業永續協會調查報告 (李等, 2007) 指出，在台灣西部的嘉義布袋沿岸海域，黑鯛常被刺網、延繩釣及一支釣等各種漁法所漁獲。該地區外海有外傘頂洲做屏障，內海為遼闊之天然潟湖區，符合黑鯛喜愛棲息之地理特性。根據中華民國台灣地區漁業統計年報 (2001 ~ 2010) 之統計，黑鯛具有高度

的商業價值，每公斤平均價格約新台幣 150 元左右。在自然界中，黑鯛三歲魚開始有性轉變的現象 (張, 2005)，先雄後雌，每年 2 ~ 5 月則為其產卵期 (葛, 1993)，為台灣西部海域重要的漁獲魚種之一。

刺網為我國沿近海主要的漁具種類之一，屬被動性漁具，無論在漁獲種類或漁獲體型大小的觀點，刺網可說是選擇性較高的漁具之一 (Gulland, 1983)。選擇適當的網目尺寸除可捕獲特定魚種之某一體長範圍，並可避免捕獲幼魚，達到資源養護之目的 (賴及謝, 2009)。自從 Collins (1882) 提出網目選擇性之概念後，許多有關刺網選擇性之研究陸續被發表。Baranov (1914) 首先科學性的推算特定魚種的最適捕獲網目，Holt (1963) 則假設選擇曲線為常態分布下，由同一體長大小對不同網目別漁獲尾數之比，推論出估計網目選擇性之方法；此後有許多學者相繼提出其他估計

*通訊作者 / 高雄市前鎮區漁港北三路 6 號, TEL: (07) 821-8103 ext. 212; FAX: (07) 821-8205; E-mail: cclai@mail.tfrin.gov.tw

方法，如 Sechin (1969a, b) 以體周長推估法推估網目選擇性；Kitahara (1971) 建立以體長推估網目選擇性之方法；Hamley (1972) 以死亡率推估網目之選擇曲線等。然而上述關於刺網之研究，大多集中在刺網網目對於單一魚種之不同體型大小之選擇性。其後，刺網之研究除了網目選擇性外，陸續有以單層刺網與三層刺網網目選擇性之比較的相關研究，如 Stergiou *et al.* (1996) 曾在 Euboikos 海灣南方以單層刺網、三層刺網以及地曳網進行比較研究。國內有關刺網之研究，也大多集中在單純的魚體大小對刺網網目的選擇性方面，例如陳 (1976)、陳與周 (1980)、郭與黃 (1992) 等以洄游性魚類為對象，探討不同網目大小流刺網之網目選擇性；賴與謝 (2009) 針對北部沿岸海域經濟魚種，進行不同網目大小之底刺網網目選擇性研究等。本研究以西部嘉義沿岸海域底刺網漁業為對象，該海域目前針對黑鯛之漁獲作業所使用之刺網漁具規格皆以漁民個人喜好為主，並無固定使用單層或三層網具，故本研究除了探討不同單層刺網規格對於黑鯛體長之選擇性外，同時也比較各規格單層刺網與三層刺網之漁獲特性，期望能在兼顧環境保護與經濟收益之下，究明在黑鯛漁期中，如何選擇單層與三層刺網及適當之網目大小作業，進而作為日後刺網漁業管理之參考。

材料與方法

一、資料蒐集

(一) 實驗網具

本研究實驗用三層刺網乃延用當地漁民傳統作業所使用之規格，內網網目大小為 10.3 cm，外網為 30.4 cm，單層刺網部分，以三層刺網內網網目大小為參考標準，採用當地沿近海刺網漁業常用的 9.4、9.8、10.7、11.3 及 11.8 cm 五種尼龍單絲網線製成之不同規格之網具，每一規格之網片隨機選取 30 個網目量測求其平均目大及平均網線直徑。網目大小量測至 0.1 cm，線徑至 0.01 mm。

三層刺網與單層刺網之各規格網片之幅度、長度一致，浮子網及沉子網之長度分別為 75 m 及 77 m。由於作業漁場係在養蚵架當中，漁場狹窄，作業時網片最長僅能容納三片網片之長度。本實

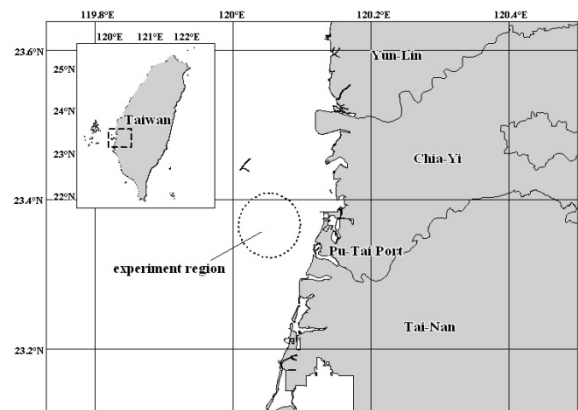


Fig. 1 Schematic diagram showing the operation and sampling region.

驗以一片三層刺網加上兩片不同網目規格之單層刺網為一組，連接成長度皆為 225 m 之刺網網具；並製作 10 組不同排列組合之網具，排列方式如下：(1) 11.8 cm、三層、9.4 cm；(2) 11.3 cm、三層、9.8 cm；(3) 10.7 cm、三層、11.8 cm；(4) 9.4 cm、三層、10.7 cm；(5) 10.7 cm、三層、11.3 cm；(6) 11.8 cm、三層、9.8 cm；(7) 11.3 cm、三層、9.4 cm；(8) 10.7 cm、三層、9.8 cm；(9) 9.4 cm、三層、9.8 cm；(10) 11.3 cm、三層、11.8 cm；總計 10 片三層刺網網片及各規格單層刺網網片各 4 片，用以進行三層刺網與單層刺網之漁獲比較實驗，每次實驗皆將 10 組網具全數投入漁場，實驗時為了方便紀錄每個網目尺寸所捕獲之魚種，分別於不同規格之網片交界處纏上不同顏色之膠布以資識別。由於 10 組網具長度各自加總後，三層刺網之總長度與單層刺網未相等，因此對於各網目規格刺網之漁獲數據統計，以 3,000 m 網長為基準，經標準化後（先計算各規格刺網每片網片 75 m 之平均漁獲尾數），再放大 40 倍以計算每 3,000 m 網具可捕獲之漁獲。

(二) 作業漁場及作業方式

本研究於 2004 年 2 月及 3 月間，在嘉義縣布袋沿海租用當地所屬馬力數 80 hp 之商業性刺網動力漁筏實地進行 10 航次底刺網漁獲作業實驗，作業位置如 Fig. 1 所示，該海域滿潮水深約 7.9~8.5 m，乾潮水深約 6.2~6.5 m，平均深度約 7.5 m 之養蚵架水域。本實驗每次皆將 10 組不同組合之網具全部投下，為使 10 組網具相互作用影響減至最低，乃將 10 組網具依據平行地形走勢之原則於

作業漁場分散投放。於下午日落前將網具設置於漁場，隔日日出前出港起網，每組網具於海中設置時間約 12 小時。起網所需之時間則視漁獲多寡及網具使用情形，約 2~3 h。

(三) 魚類形態計測方法

網目選擇性必須以魚類形態學的計測作為基礎，故每航次作業結束後，將每片刺網之漁獲物帶回實驗室，先以游標尺量測尾叉長 (fork length)、體高 (body depth)、體幅 (body thickness)，精度至 0.1 cm，並以電子秤量測濕重，精度至 0.01 g，且以 Carpenter and Niem (1999)、Nakabo (2002) 及沈(1993) 之圖鑑資料進行魚種鑑定。此外，亦記錄其刺位置、鰓蓋末端周長 (girth in opercula-end, G_{oe})、最大體周長 (maximum girth, G_{max}) 等。

二、分析方法

本研究以集群分析、經濟性分析以及網目選擇性分析三個部份，來探討不同規格之刺網漁具在捕獲種類及捕獲魚體大小上的特性。

(一) 集群分析 (cluster analysis)

參考 Anderberg (1973) 集群分析法中較常使用之凝集群法 (agglomerative cluster analysis) 進行分析，首先將 6 種不同規格之刺網劃分為 6 個集群，再根據彼此間漁獲魚種及數量的相似程度 (similarity)，將最相似之集群加以合併，最後將所有集群合併為一個大集群。假設實驗中所使用之每種刺網網具為觀察體，以每種刺網所漁獲之種類及尾數觀察體之觀測值，以集群分析法中之歐氏距離 (Euclidean distance) 計算出觀測值間之相似性，再利用華得法 (Ward's method) (Ward, 1963) 進行分群，藉由樹狀圖，表現出不同網具間之相似性及差異性。各網具距離值越小表示網具間漁獲效果之相似性程度越高，反之則越低。

(二) 經濟性分析

1. 經濟性漁獲物與全部漁獲物之比例 (C/T)

Stergiou *et al.* (1996) 將各種漁具所漁獲之漁獲物分成經濟性 (commercial) 漁獲物及非經濟性 (non-commercial) 漁獲物兩種，經濟性漁獲量與全部漁獲量 (total) 之比例值以 C/T 表示， C/T 值

愈接近 1 時，表示該漁具所捕獲到的漁獲物經濟利用價值越高，以做為判斷該漁具全部漁獲物整體經濟利用價值的指數。本研究參考 Stergiou *et al.* (1996) 之做法，透過現場漁獲作業、漁民訪談及魚市場調查，將主要對象魚種及具經濟性魚種定義為經濟性漁獲物，拋棄魚種及各魚種之幼魚定義為非經濟性漁獲物。分別以漁獲尾數和重量 (kg) 兩項計算出不同網目規格之 C/T 值。

2. IPUE (income per unit effort) 分析

不同規格漁具所捕獲到漁獲量，依據捕獲魚種之產地平均價格，以新台幣 (NTD) 為單位計算出每一網片所得之平均總漁獲產值 (IPUE)，其定義如下：

$$IPUE = \frac{\sum_{f=1}^s W_{je} \times P_f}{Tr_e \times Tr} \quad (1)$$

S ：總漁獲種數

W_{je} ：第 f 魚種於 e 規格網片之漁獲總重量 (kg)

P_f ：第 f 魚種之產地價格 (NTD/kg)

Tr_e ：每一航次所使用 e 規格網片數

Tr ：總航次數

3. 勝算比 (odds ratio) 分析

此方法目的在於量化各不同網目規格捕獲經濟性魚種之相對能力，本研究採用 95% C.I. 之方式檢定虛無假設：OR=1 是否成立，檢定結果以 95% C.I. 值是否包含 1，來判定檢定結果有無顯著，本研究將以 C/T 值最低之網目規格為參考值 (假設為 1)，判定與其他各網目對捕獲經濟性魚種能力之相關性強弱。

(三) 網目選擇性分析

根據 Baranov (1948) 之研究指出，刺網選擇性取決於魚體刺入時，其體型與網目間之幾何關係，在刺網不同網目之結構相似，且同一魚種體型相近之前提下，不同網目的選擇曲線將會呈現相似。由於漁場中來游魚之總數量及從刺網逃脫之數量無法得知，但 Kitahara (1971) 認為，一般刺網網目的選擇率，可以相對效率 (relative efficiency) 來表示。

漁獲尾叉長與網目大小之關係，參考陳與周 (1980) 之假設，假設一片網具並沒有飽和漁獲，

且在水中不受潮流影響亦沒有傾斜等不正常情形，則漁獲最多魚之尾叉長與網目大小成比例之關係。若網目大小為 m_i 時對漁獲魚尾叉長 l_j 之相對效率以 $S(m_i, l_j)$ 表示。可得關係式：

$$\ln S(l_j / m_i) = \ln c_{ij} - \ln d_j \quad (2)$$

其中 c_{ij} 為在刺網網目規格為 I 時，所捕獲到 j 尾叉長對象魚種之單位漁獲努力量 (CPUE)； d_j 為對象魚種在 j 尾叉長之魚群密度。

再由 (2) 式中， $\ln S(l_j / m_i)$ 與 $\ln c_{ij}$ 之關係，繪製成數條以不同尾叉長 l_j 之曲線，由於在海中作業時，不同尾叉長 l_j 之魚群密度 d_j 不盡相同，可能僅有一部份之曲線平行，故需加入 (2) 式等號右邊第二項 (修正項) ($\ln d_j$)，將曲線上下移動，使所有曲線能夠重合，得到一標準主要曲線 (Master curve) (陳與周, 1980)。

Fujimori *et al.* (1996)、藤森與東海 (1999) 對 (2) 式再加以應用，令 $R = l / m$ ，且 $F(R)$ 為滿足 $\ln S(R)$ 之 n 次多項式：

$$\begin{aligned} \ln S(R) &= F(R) \\ &= a_n R^n + a_{n-1} R^{n-1} + a_{n-2} R^{n-2} + \dots + a_0 \end{aligned} \quad (3)$$

為使最高點之相對效率 (Relative selectivity) 為 1，將 $F(R)$ 除以其極大值 F_{max} 後，取反對數得到選擇率：

$$S'(R) = \exp(F(R) - F_{max}) = \exp(a_n R^n + a_{n-1} R^{n-1} + a_{n-2} R^{n-2} + \dots + a_0 - F_{max}) \quad (4)$$

利用 (4) 式所繪出之圖形即為刺網之網目選擇曲線，選擇不同方程式次方模式套適後，以 Akaike (1974) 之方法估算各模式之 AIC (Akaike Information Criterion) 值，並以最小 AIC 值來選擇作為最佳套適之模式。

$$AIC = N \cdot \log(RSS/N) + 2k \quad (5)$$

N：樣本數

RSS (residual sum of squares) 殘差平方和：

$$\sum(\text{觀測值} - \text{預測值})^2$$

k：2 × 方程式次方數 + 1

選擇曲線之縱坐標乃相對效率，最高為 1，橫坐標為 R 值，即尾叉長/網目規格，當曲線頂點所對應之縱座標值為代表最高漁獲效率為 1 時，所對應之橫坐標值以 FL / M 表示，本研究以 FL / M

值與對象魚種漁獲尾數最多之尾叉長代入下列方程式中，可得該魚種最適網目大小 \hat{M}_f 。

$$\hat{M}_f = \frac{FL_{most}}{FL/M} \quad (6)$$

FL_{most} ：漁獲尾數最多之尾叉長

結 果

一、漁獲組成

實驗於 2004 年 2~3 月期間進行，計成功實驗 10 航次共 100 組網具。除了主要對象魚種黑鯛之外，尚有其它經濟性魚種如鈍齒短槳蟳 (*Thalamita crenata*) 等 29 種，及在本地屬於低經濟性魚種如褐籃子魚 (*Siganus fuscescens*) 及大頭多齒海鯰 (*Arius thalassinus*) 等 2 種，與拋棄魚種如鰻鯰 (*Plotosus lineatus*) 1 種，共計 33 種 (魚類 24 種、甲殼類 6 種和頭足類 3 種)，各網目規格之刺網均有捕獲之魚種，計有黑鯛、鈍齒短槳蟹 (*Thalamita crenata*)、真烏賊 (*Sepia esculenta*)、金錢魚 (*Scatophagus argus*)、盾齒鱗 (*Clupanodon thrissa*) 及遠海梭子蟹 (*Portunus pelagicus*) 等 6 種。而各網目規格之刺網所捕獲之種類介於 11~28 種，其中以三層刺網捕獲 28 種為最多，單層刺網則以網目大小 9.4 cm 捕獲 22 種為最多，11.8 cm 捕獲 11 種為最少 (Table 1)。

二、漁獲效能

不同規格網目總捕獲尾數及重量如 Table 2 所示，總數為 1,157 尾，單層刺網於實驗期間各規格網目分別投入漁場共計 3,000 m 長，捕獲總尾數介於 103~204 尾間，三層刺網投入漁場共 7,500 m 長，捕獲總尾數為 447 尾，所有規格刺網中，以三層刺網漁獲尾數最多 (447 尾)，單層刺網則以 9.4 cm 目大最多 (204 尾)，不論規格，單層刺網平均漁獲尾數為 142 尾。將各網目規格之刺網以每 3,000 m 為基準，經標準化後，在總漁獲尾數 888 尾中，三層刺網可漁獲 178.8 尾，各規格單層刺網平均可漁獲 142 尾。而各網目規格之漁獲尾數比例，以 9.4 cm 之單層刺網 22.9% 最多，三層刺網 20.1% 居次。漁獲重量之比例中，三層刺網漁獲佔全部漁獲重量的 26.6%，10.7 cm 單層刺網 19.3% 居次，由 Table 1 可知，三層刺網對於頭足類如：

金烏賊 (*Sepia esculenta*)、真蛸 (*Octopus vulgaris*) 以及白烏賊 (*Suurida tumbil*) 較其他網目規格刺網之漁獲數量多，且本研究所漁獲之頭足類個體重平均約為 900 g，較大部份漁獲魚種重，相形之下三層刺網所漁獲之重量百分比明顯高過於其它刺網所捕獲到魚的重量百分比，而 10.7 cm 之單層刺網主要漁獲較多的黑鯛，故漁獲重量居次。因此可知三層刺網所捕獲的漁獲物主要以頭足類為主，網目大小 10.7 cm 漁獲物以黑鯛為主。

將各規格刺網所漁獲魚種之漁獲重量前 9 名及 9 名後其他魚種合併為一項計算，共計 10 項以重量百分比組成表示如 Fig. 2，顯示黑鯛為各規格刺網之最主要漁獲物，在各規格單層刺網漁獲物中均占首位，在三層刺網漁獲中亦占次位，其中在 10.7 cm 單層刺網之漁獲量更佔所有漁獲物之 78%。而在各規格單層刺網中，頭足類中的金烏賊以及真蛸之漁獲重量比例亦不低，顯示單層刺網對於頭足類亦有相當的纏絡效果。

Table 1 The number for all species caught with different scale of nets

Species	Actual numbers caught						Numbers per 3,000 m (Standardization)						Note
	Mesh size of nets (cm)						Mesh size of nets (cm)						
Scientific name	9.4	9.8	10.7	11.3	11.8	TN	9.4	9.8	10.7	11.3	11.8	TN	
<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	80	71	87	37	30	111	80	71	87	37	30	44.4	●
<i>Thalamita crenata</i>	54	36	22	26	33	90	54	36	22	26	33	36	○
<i>Sepia esculenta</i>	3	7	10	4	9	79	3	7	10	4	9	31.6	○
<i>Scatophagus argus</i>	5	7	6	8	8	36	5	7	6	8	8	14.4	○
<i>Octopus vulgaris</i>	1	4		1		5	1	4		1		2	○
<i>Clupanodon thrissa</i>	11	15	2	4	1	26	11	15	2	4	1	10.4	○
<i>Suurida tumbil</i>						6						2.4	○
<i>Portunus pelagicus</i>	3	2	3	3	8	11	3	2	3	3	8	4.4	○
<i>Charybdis feriatus</i>	1	2		1		1	1	2		1		0.4	○
<i>Scylla serrata</i>	4		3	1		7	4		3	1		2.8	○
<i>Epinephelus coioides</i>	1		1		1	2	1		1		1	0.8	○
<i>Otolithes ruber</i>	1					1	1					0.4	○
<i>Pennahia anea</i>	6	2	1	4		15	6	2	1	4		6	○
<i>Crossorhombus kanekonis</i>				1						1			○
<i>Eleutheronema rhadinum</i>	1			1		3	1			1		1.2	○
<i>Stephanolepis cirrifer</i>	6	1	1	3	3	2	6	1	1	3	3	0.8	○
<i>Terapon jarbua</i>	1		1			2	1		1			0.8	○
<i>Pomadasys kaakan</i>	1		1	1	1	4	1		1	1	1	1.6	○
<i>Penaeus penicillatus</i>	2	1	1	1		4	2	1	1	1		1.6	○
<i>Panulirus homarus</i>				1						1			○
<i>Sciaenops ocellatus</i>						1						0.4	○
<i>Drepane punctata</i>				1						1			○
<i>Sillago sihama</i>						2						0.8	○
<i>Miichthys miiuy</i>						1						0.4	○
<i>Ulua mentalis</i>	3						3						○
<i>Platycephalus indicus</i>	1					2	1					0.8	○
<i>Muraenesox cinereus</i>	1			1		2	1			1		0.8	○
<i>Centroberyx rubricaudus</i>						1						0.4	○
<i>Lutjanus russellii</i>						1						0.4	○
<i>Platax teira</i>					1						1		○
<i>Siganus fuscescens</i>	7	1	5	3	8	16	7	1	5	3	8	6.4	△
<i>Arius thalassinus</i>	11	3	3	1		15	11	3	3	1		6	△
<i>Plotosus lineatus</i>			1			1			1			0.4	X

TN: trammel net; ●: main target; ○: commercial; △: low commercial; X: discarded

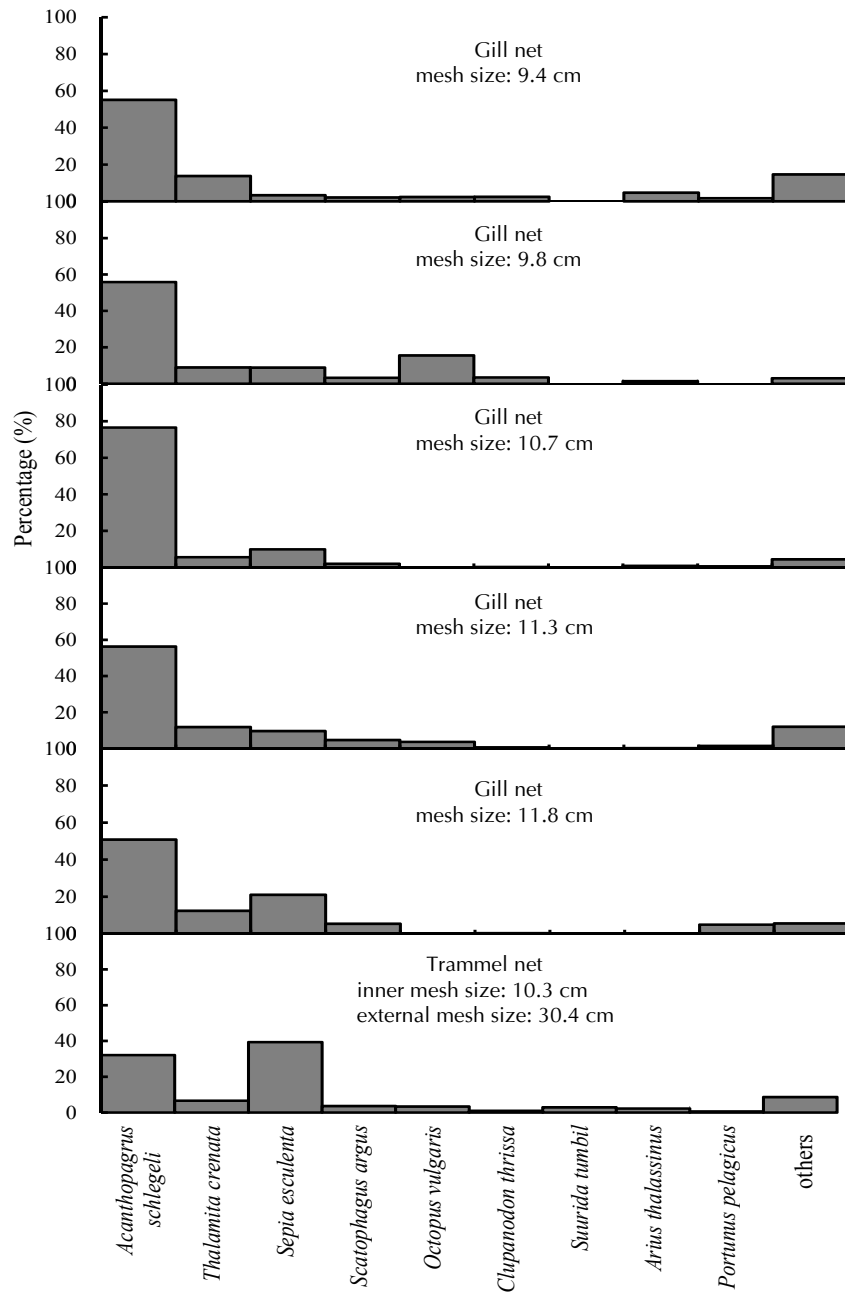


Fig. 2 Percentage of the species composition in terms of weight by different mesh sizes.

為了解各規格網目捕獲黑鯛的尾數比例有無差異，經 χ^2 適合度檢定 (goodness of fit) 結果顯示各組間捕獲尾數之比例是否一致 (Table 2)，其中以 9.4 cm 規格所占比例最高，三層刺網所占比例次之，再經 ANOVA 檢定觀察到不同網目間的平均重量亦有顯著差異，因此，進一步利用 Tukey's 檢定 ($\alpha=0.05$) 顯示三層刺網所捕獲之每尾魚平均重量低於其他各網目，即其捕獲較多之小體型魚。

三、魚種組成之集群分析

針對漁獲物組成進行集群分析之結果如 Fig. 3 所示，當集群距離 (linkage distance) 為 10 時，6 種不同網目規格之刺網可分成 2 個類群 (group)：第一類群為網目大小 11.8、11.3、10.7、9.8 cm 之單層刺網，其中又以網目大小 11.3 cm 與 10.7 cm 之單層刺網首先形成集群，顯示這兩個規格之刺網漁獲物組成最相似；第二類群為網目大

Table 2 Total actual number (Total N), weight (Total W) and the standardization of number (SN), weight (SW), percentage (%SN and %SW) caught by different mesh size of gill net and trammel net

Gear	Total N	SN	%SN	P*	Total W(kg)	SW(kg)	%SW	Mean SW \pm SD	P**
GN9.4	204	204	22.9	<0.001	60.20	60.20	16.9	0.29 \pm 0.26 ^{a,b,c}	<0.001
GN9.8	152	152	17.1		59.69	59.69	16.8	0.39 \pm 0.44 ^{b,c}	
GN10.7	148	148	16.6		68.46	68.46	19.3	0.47 \pm 0.30 ^{a,c}	
GN11.3	103	103	11.6		36.56	36.56	10.2	0.35 \pm 0.27 ^{a,c}	
GN11.8	103	103	11.6		36.30	36.30	10.2	0.39 \pm 0.40 ^c	
TN	447	178.8	20.1		236.13	94.45	26.6	0.21 \pm 0.24 ^c	
Total	1157	888	100		497.34	355.66	100		

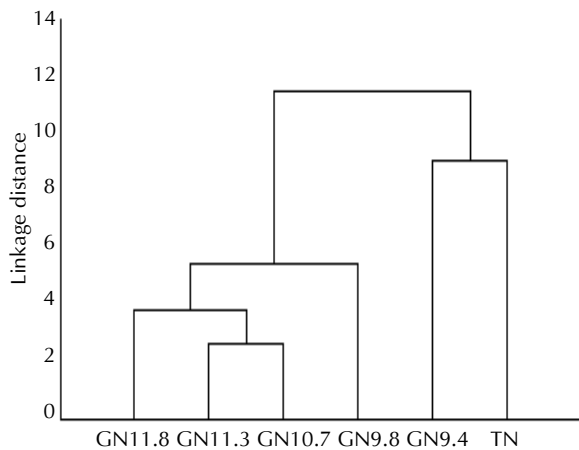
GN: gill nets; TN: trammel net

*Goodness of fit

**ANOVA test

^aThe mean SW of GN9.4 have significant differences with GN10.7 and GN11.3.^bThe mean SW have significant differences between GN9.4 and GN9.8.^cThe mean SW of TN have significant differences with GN9.4, GN9.8, GN10.7, GN11.3 and GN11.8.

小 9.4 cm 之單層刺網與三層刺網，表示 9.4 cm 規格單層刺網之漁獲組成（所有捕獲魚種及捕獲數量）與三層刺網相似。

**Fig. 3** Cluster analysis dendograms by Ward's method based on the Euclidean distance between caught numbers for all species with different mesh sizes. GN: gill net; TN: trammel net.

四、不同規格網目對幼魚之漁獲能力

在 100 網次之實驗當中，針對漁獲物中體型明顯過小的盾齒鯨、冠鱗單棘魷 (*Stephanolepis cirrhifer*)，未達 Froese and Editors (2013) 記載之最

小性成熟體長的花身鯛 (*Terapon jarbua*) (最小性成熟體長 13.5 cm)、星雞魚 (*Pomadasy kaakan*) (最小性成熟體長 35 cm)、褐籃子魚 (*Siganus fuscescen*) (最小性成熟體長 5.6 cm)、泰來海鯨 (*Arius thalassinus*) (最小性成熟體長 36 cm) 及各地方政府，如：台北縣政府 (2005) 法令禁止捕撈體長 20 cm 以下之龍蝦等以上 7 個種類加以記錄。為比較各網目漁獲幼魚之情形，本研究計算各網目所捕獲之經過標準化的未成熟漁獲尾數 (SI) 與總漁獲尾數 (SN)，結果如 Table 3 所示，各規格刺網所漁獲各魚種幼魚尾數分別介於 0 ~ 10 尾之間，漁獲幼魚尾數最多者為最小網目 9.4 cm (27 尾) 之單層刺網，其次則為三層刺網 (20 尾)，及 10.7 cm (19 尾) 之單層刺網。

五、不同規格刺網漁獲物之經濟性分析

(一) 經濟性漁獲物與全部漁獲物之比例 (C/T)

各網目規格之漁獲尾數及重量 C/T 值分別如 Table 4 所示。漁獲尾數之 C/T 值介於 0.82 ~ 0.92 之間，其中，9.8 cm 與 10.7 cm 目大為最高 (C/T=0.92)，最小網目 9.4 cm (C/T=0.82) 為最低，三層刺網次低 (C/T=0.89)。由於 9.4 cm 規格網目所捕獲具經濟價值魚獲尾數比例 (C/T) 較其他網目為低，故計算其勝算比，以分析其相關

Table 3 The standardization of fish number (SN), immature fish number (SI) caught by different mesh size

Species	Mesh size (cm)											
	9.4		9.8		10.7		11.3		11.8		Trammel net	
	SN	SI	SN	SI	SN	SI	SN	SI	SN	SI	SN	SI
<i>Clupanodon thrissa</i>	11	7	15	10	2	2	4	4	1	1	10.4	9.2
<i>Stephanolepis cirrifer</i>	6	4	1	0	1	1	3	1	3	0	0.8	0
<i>Terapon jarbua</i>	1	1	—	—	1	1	—	—	—	—	0.8	0.8
<i>Pomadasys kaakan</i>	1	0	—	—	1	0	1	0	1	0	1.6	0.8
<i>Panuloris homarus</i>	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—
<i>Siganus fuscescen</i>	7	7	1	1	5	5	3	3	8	8	6.4	6.4
<i>Arius thalassinus</i>	11	8	3	2	11	10	1	1	—	—	6	2.8
Total immature fish		27		13		19		10		9		20

Table 4 The commercial (C) and non-commercial (NC), in terms of the standardization of number and weight (kg) caught by different mesh size of gill net and trammel net

	GN 9.4	GN 9.8	GN 10.7	GN 11.3	GN 11.8	TN
Standardization caught number (SN)						
C	126.8	105.4	102.6	70.5	70.8	113.0
NC	27.0	9.0	9.0	7.5	6.8	15.3
Total (T)	153.8	114.4	111.6	78.0	77.6	134.1
C/T	0.82	0.92	0.92	0.90	0.91	0.89
NC/T	0.18	0.08	0.08	0.10	0.09	0.12
Odds ratio	1	2.5	2.5	1.96	2.22	1.61
(95% C.I.)**		(1.04,6.25)*	(1.04,6.25)*	(0.24,16.67)	(0.94,5.26)	(0.73,3.57)
Standardization caught weight (SW)						
C	43.67	43.99	50.63	26.87	26.63	69.57
NC	1.48	0.78	0.72	0.55	0.60	1.27
Total (T)	45.15	44.77	51.35	27.42	27.23	70.84
C/T	0.97	0.98	0.99	0.98	0.98	0.98

GN: Gill nets; TN: Trammel net

* $P < 0.05$

**95% confidence interval

性。經計算後可得，9.8 cm、10.7 cm、11.3 cm、11.8 cm 及三層刺網捕獲具經濟價值漁獲勝算分別是 9.4 cm 的 2.5、2.5、1.96、2.22 及 1.61 倍，但其中只有 9.8 cm 和 10.7 cm 統計達顯著之水準，11.8 cm 則接近顯著，雖然此組樣本之相關並未全部達到顯著，但是依然可以看出 9.4 cm 所捕獲具經濟價值漁獲之勝算較低。比較重量之 C/T 值，單層刺網介於 0.97~0.99 之間，三層刺網為 0.98，以目大 10.7 cm 為最高，最小網目 9.4 cm

為最低，三層刺網等為次低。網目大小 10.7 cm 之單層刺網，不論以漁獲尾數或以漁獲重量兩項條件下，C/T 值均為最高，表示網目大小 10.7 cm 所捕獲到之漁獲物經濟利用價值最高。

另外，為了解各獨立網目之 C/T 值與其他 5 種網目 C/T 值之平均值有無差異，本研究進行單一樣本 t 檢定，其中最小網目 9.4 cm 漁獲尾數之 C/T 值檢定結果顯示與其他 5 種網目 C/T 值之平均值有明顯差異 ($t = 15.09, p < 0.05$)，表示

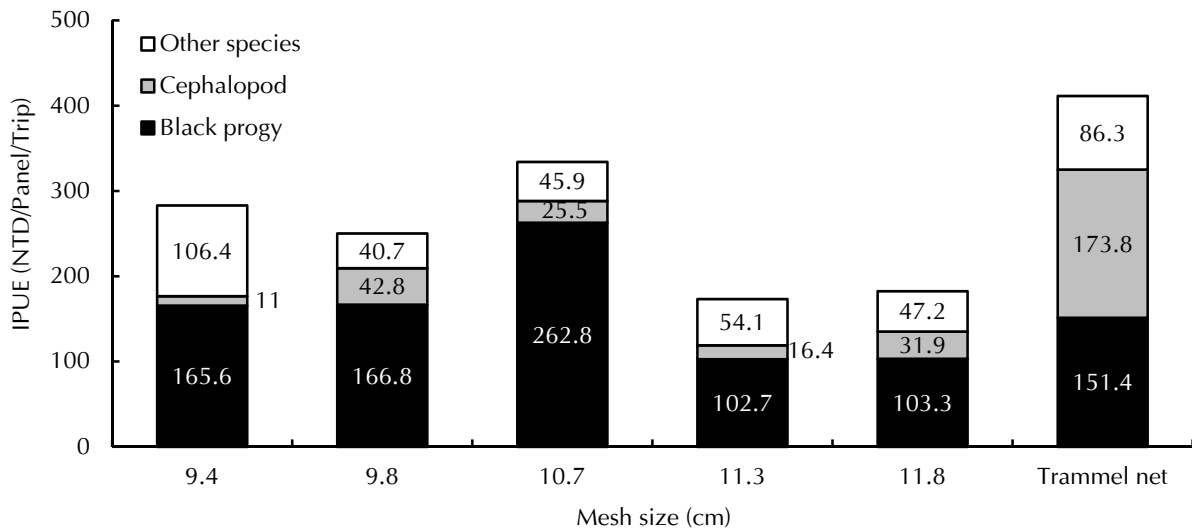


Fig. 4 The income per unit effort (IPUE) of different mesh size.

網目規格 9.4 cm 漁獲尾數之 C/T 值顯著低於其他規格;其漁獲重量之 C/T 值 (0.97) 與其他規格之刺網間亦有顯著差異 ($t=6, p<0.05$)。網目規格 9.4 cm 在漁獲尾數與重量兩項 C/T 值差距為 0.15, 均較其他網目規格高, 究其原因, 乃實驗中此網目大小之單層刺網捕獲到非經濟性魚種尾數較多, 且非經濟性魚種大部分體型較小, 體重較輕, 所以出現漁獲尾數與重量兩項 C/T 值差距最大, 而本研究所使用之三層刺網其漁獲尾數與重量兩項 C/T 值差距僅次於 9.4 cm 目大, 說明三層刺網捕獲非經濟性魚種之機率接近於小網目規格之單層刺網。

(二) 單位努力漁獲產值

Figure 4 為各網目規格之單層刺網與三層刺網, 每一網片之平均漁獲產值。各網目規格之單層刺網介於 173.2 ~ 334.2 元 / 片之間, 三層刺網為 411.5 元 / 片。相較之下, 以三層刺網最高 (411.5 元 / 片), 單層刺網之 10.7 cm 者居次 (334.2 元 / 片)。若單就黑鯛而言, 各網片漁獲產值中, 單層刺網在 102.7 ~ 262.8 元 / 片 之間, 三層刺網為 151.4 元 / 片, 其中以網目大小 10.7 cm 之單層刺網 262.8 元 / 片為最高, 明顯高於其它規格刺網。若單就頭足類 (金烏賊等) 考量, 單層刺網介於 11 ~ 42.8 元 / 片之間, 三層刺網為 173.8 元 / 片, 以三層刺網為最高。當漁獲中扣除黑鯛和頭足類時, 各單層刺網之 IPUE 介於 40.7 ~

106.4 元 / 片之間, 三層刺網為 86.3 元 / 片, 以 9.4 cm 網目之單層刺網為最高 (106.4 元 / 片), 三層刺網居次 (86.3 元 / 片)。

由以上結果可知, 在黑鯛漁期, 選擇 10.7 cm 網目之單層刺網, 其漁獲黑鯛之經濟效益較三層刺網佳。但總經濟效益以三層刺網為最佳, 其中三層刺網對頭足類之漁獲效率遠高於其它規格單層刺網, 對非經濟魚種之漁獲能力 (86.3 元 / 片) 也僅次於單層刺網網目 9.4 cm (106.4 元 / 片), 也說明三層刺網除了漁獲頭足類性能較佳外, 對於其它魚種之漁獲效能與小網目之單層刺網雷同。

六、黑鯛網目選擇性之估算

(一) 罹網型態特性

魚體起網後依據何 (1997) 之分類, 以傷痕位置紀錄罹網型態如 Table 5 所示, 單層刺網大部份以傷痕出現在鰓蓋後方周邊部位的罹刺 (gilled) 與傷痕出現在最大體高前之嵌入 (wedged) 型態為主, 且罹刺型態所漁獲之比例, 隨著網目規格的增大, 而有增加的趨勢; 反之, 嵌入型態所漁獲之比例則隨著網目大小之增加而減少, 至於三層刺網之漁獲型態則幾乎以纏絡為主, 魚體表面無明顯傷痕。

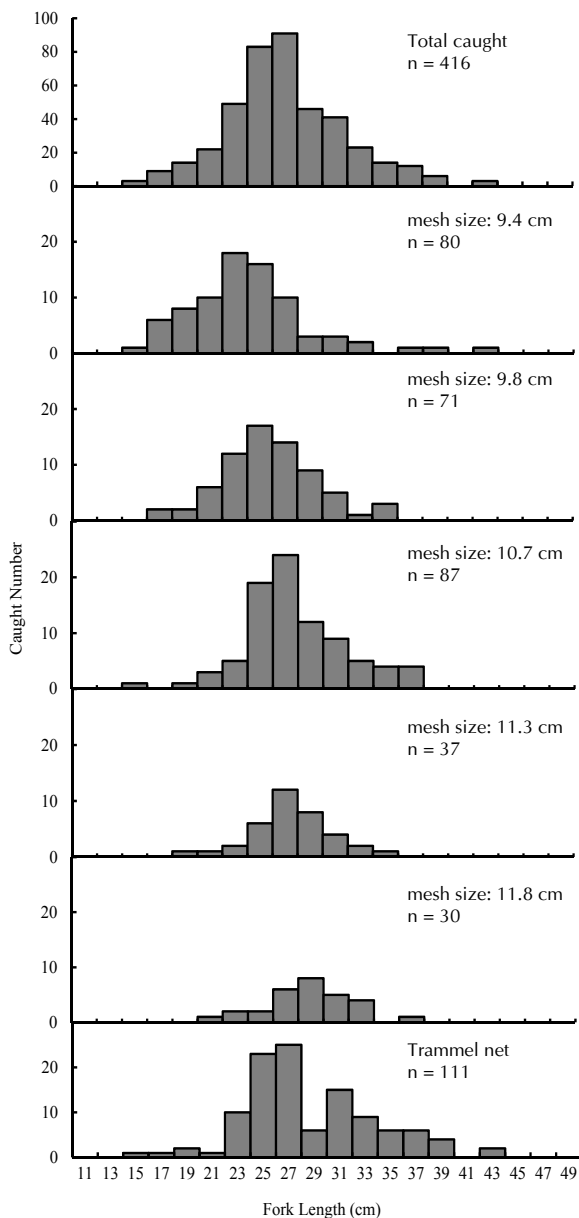
(二) 尾叉長分布

以尾叉長每 2 cm 為一組距, 所有黑鯛尾叉

Table 5 The caught type of different mesh size

Gear	Caught Type					
	Gilled		Wedged		Tangled	
	Total N	Percent	Total N	Percent	Total N	Percent
GN						
9.4 cm	34	42%	36	45%	10	13%
9.8 cm	34	48%	32	45%	5	7%
10.7 cm	48	55%	34	39%	5	6%
11.3 cm	22	60%	12	32%	3	8%
11.8 cm	21	70%	6	20%	3	10%
TN	6	6%	8	7%	97	87%

GN: gill nets; TN: trammel ne; N: caught number

**Fig. 5** Fork length distribution of black porgy caught with different mesh sizes.

長分布及各規格刺網捕獲之所有黑鯛尾叉長分布如 Fig. 5 所示。由圖可知，本研究漁獲之黑鯛以合計尾叉長 27 cm 組距為最多，而細分各網目規格所漁獲之黑鯛進行尾叉長分布，漁獲尾叉長隨著網目增大而有越向右移之趨勢，三層刺網漁獲黑鯛尾叉長範圍，則涵蓋了所有單層刺網漁獲之尾叉長，由此可發現三層刺網對魚體大小之選擇性相較於單層刺網較不明顯。

(三) 選擇曲線

本研究就所捕獲尾叉長 18 ~ 38 cm 之黑鯛，以方程式 (4) 為基礎，假設多項式之次數為 2、3 及 4 次的情況下，計算 AIC 值，以曲線方程式為 3 次時的 -54.66 為最低 (2 次時為 -51.40，4 次時為 -48.64)，故選擇 3 次方程式為本研究最佳曲線方程式。經推導求得黑鯛之網目選擇曲線如 Fig. 6 所示，曲線方程式為：

$$S'(R) = \exp[(1.07R^3 - 10.90R^2 + 35.02R - 33.66) - 2.63] \quad (7)$$

當相對漁獲效率最高之點時，對應 FL/M 值為 2.63，參考 Fig. 5 中本研究所捕獲之黑鯛尾叉長組成，漁獲尾叉長以 27 cm 階級為最多，因此假設 27 cm 為本實驗海域中黑鯛之主要尾叉長，以該值代入 (6) 式推算，若使用單層刺網捕黑鯛，最適的網目大小為 10.3 cm。

討 論

根據本研究對不同規格刺網網目之漁獲物組成集群分析結果，若就分別所漁獲之所有種類及

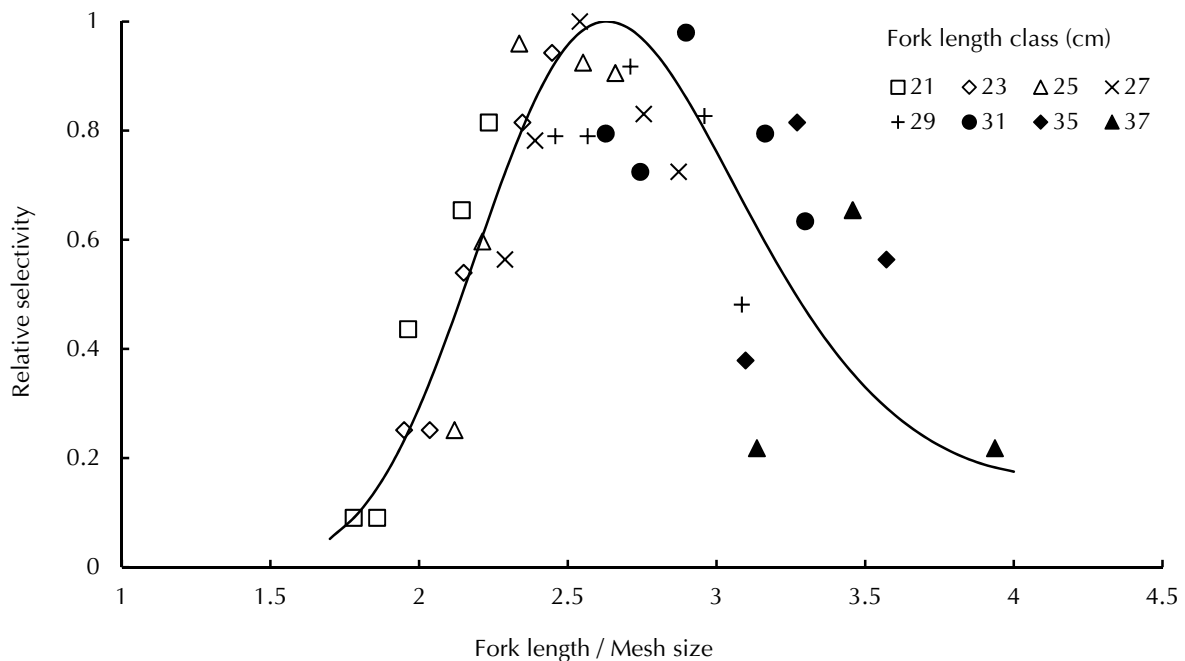


Fig. 6 Selectivity curve of gill net for black porgy.

其漁獲尾數考量，網目規格 9.4 cm 之單層刺網與三層刺網之漁獲特性較為相近，而兩規格網目漁獲小體型魚之比例亦為所有規格網目中最高，其對黑鯛以外之非目標魚種的單位努力漁獲產值亦為前 2 名，說明最小網目 9.4 cm 與三層刺網對小體型魚之漁獲性能相似。根據賴與謝 (2009) 在台灣東北海域岩礁區以小網目尺寸之單層刺網與三層刺網對魚種及數量的捕獲效果並無明顯差異可知，雖然三層刺網捕獲之尾叉長範圍廣泛，但因沿岸帶魚種仍以小型魚種之種類、數量占優勢，自然受三層刺網纏絡機會提高，而小型魚也較易受小網目單層刺網所捕獲，故在該等海域三層刺網與小網目單層刺網之捕獲效果較為接近。

結果顯示各規格刺網漁獲尾數之 C/T 值介於 0.82 ~ 0.92 間，這與 Stergiou *et al.* (1996) 在希臘 Euboikos 海灣以刺網研究中尾數之 C/T 值 (均高於 0.96)，及 Stergiou *et al.* (2002) 在希臘錫克蘭群島 (Cyclades) 水域以刺網研究中尾數之 C/T 值 (均高於 0.92) 比較，發現本研究之 C/T 值略小，除了魚種組成不一樣之外，原因在於上述兩研究對於拋棄魚種尾叉長定義非常小，故具有經濟性價值之尾數增多，而造成 C/T 值較大之結果。但重量之 C/T 值並沒有很大的差異。整體而

言，本研究各規格刺網無論在尾數或是重量兩項之 C/T 值都相當的高，平均分別為 0.89 以及 0.98，顯示嘉義布袋海域不論三層刺網以及各規格單層刺網所捕獲的漁獲物大部份是被利用的。

另一結果顯示各類刺網對漁獲尾數之 C/T 值平均為 0.89，重量之 C/T 值為 0.98，相較於其他不同漁具，Stergiou *et al.* (1996) 在希臘 Euboikos 海灣以地曳網研究之 C/T 值為 0.5，以及 Lambrakis *et al.* (1999) 在愛琴海上方的色雷斯 (Thracian) 海以拖網研究之 C/T 值為 0.5，相較之下，刺網無論在尾數或是重量之 C/T 值都高過曳網類漁具，顯示刺網對經濟性漁獲物相對於曳網類魚具有較高之漁獲效率，並相對減少較多的混獲物種。

單層刺網之漁獲機制，主要是使魚體刺入網目為目的，當不同體型大小之魚體與網具遭遇時，體型越小的魚，可穿過網目的機率越大，而隨著魚體型增大，其與網具接觸後因無法刺入而逃逸的機率也越大，適當體型被捕獲的機率最高，故可理解刺網選擇曲線為一鐘型曲線。Baranov (1948) 指出，當目標魚種體型大小與最適漁獲體長相差 20% 時，被漁獲之機率便大為降低，本研究以各網目對應目標魚種之最適漁獲尾叉長 (網目大小 $\times 2.63$) 為基準，比對黑鯛實際漁獲體長，

計算各目大黑鯛漁獲中不足或超過最適尾叉長 20% 之漁獲率，結果以 9.4 cm 目大最高 (捕獲 80 尾黑鯛，其中 18 尾體長不足或超過最適尾叉長 20%)，但其漁獲率僅為 0.23，表示刺網對漁獲之特定尾叉長確有較明確之選擇範圍。

三層刺網一般被認為是易混獲之漁具，而根據 Alverson *et al.* (1994) 指出，所謂混獲 (bycatch) 是指非對象魚種而附帶被捕獲的漁獲 (incidental catch)，或因體型太小價值低、法律上禁止捕捉等原因而釋回或拋棄之漁獲 (discarded catch)。根據此定義，嘉義布袋沿海三層底刺網之漁獲種類雖多，但符合混獲定義之漁獲比率卻很低，此結果與謝等 (2004) 在台灣東北角所進行之底刺網漁獲作業結果類似。此乃因本漁業作業屬當天來回，漁獲物鮮度佳，再加上近年來資源量及漁獲量減少，所有生鮮之漁獲皆可被充分利用之緣故。在網目規格的使用上，雖然單層刺網之規格種類較多，漁民可針對不同的目標魚種選擇適合網目作業，但三層刺網之適用性較廣，可使用之期間亦較長，即使破損仍具相當程度之捕獲效果。調查亦發現三層刺網的漁獲種類相對於單層刺網較多，且選擇性較不明顯，對魚種及魚體長之選擇範圍廣，將減少季節間的差異，其具高漁獲效率，且實際作業時發現對岩礁區之珊瑚有破壞情形，常在起網過程中拉起部分珊瑚礁，或部分網具因珊瑚礁銳利邊緣割斷而留置於海中，對於沿岸漁業資源及環境造成傷害，長期使用，對生態環境及資源將會造成相當的破壞。

本研究所使用之三層刺網為當地漁民所慣用之網具規格，內網皆為 10.3 cm，甚至大於某些單層刺網網目大小，相較於其他國家所使用之刺網：日本為 6.0 ~ 8.0 cm (金田, 1977)，以及希臘為 3.8 ~ 6.0 cm (Stergiou *et al.*, 1996, 2002)，本地區所使用的內網網目較大，甚至接近於某些單層刺網網目規格，在放大內網網目的條件下，是否三層刺網對魚類的捕獲機制就會更趨近於單層刺網，值得做一個探討。由本研究三層刺網之漁獲物組成可知，三層刺網對於蝦類、蟹類及頭足類之漁獲效果仍明顯優於單層刺網 (Table 1)，此一結果顯示三層刺網的漁獲特性，即使內網網目稍大，但三層刺網的纏絡效果對於以上水產物，相較於單層刺網仍有較高的漁獲效能。

本研究對於主要漁獲對象黑鯛而言，若使用單層刺網且網目選擇適當，則其漁獲效能較佳，但對其它漁獲物之捕獲效能則以三層刺網較佳，若考量總漁獲物經濟效益仍以三層刺網為佳。假設在漁期中以單層刺網代替三層刺網時，依據本實驗漁獲最佳之單層刺網 (10.7 cm) 的 IPUE (334.2 元 / 片) 與目前漁民在黑鯛漁期所使用之三層刺網的 IPUE (411.5 元 / 片) 相比之結果，漁民將減少約 19% 之收入。然而本結果是海域中三層刺網與單層刺網同時作業之情形。如果海域中全體漁獲作業只用單層刺網，其效能雖然較差，但在沿岸資源普遍過漁的情形之下，若皆公平不使用三層刺網，雖然全體捕獲數量可能減少，相對的在以量制價、物以稀為貴的觀點上，其獲利或許有向上提升的空間。

在過去的研究結果指出，制定適當的刺網網目大小，除了可防止捕獲幼小魚體，達到保育幼魚之效果外，也是保護魚群資源量的方法之一 (陳與周, 1980; Psuty and Borowski, 1997)。根據劉與李 (2001a, b) 指出，研究刺網的選擇性並非在追求漁獲效能的提升，而是在維護漁業資源的永續利用。因此，捕撈強度的管控及評估極為重要，而透過網目選擇性的研究，建議最適網目規格，對捕撈魚種體長進行管控，並配合魚類生殖生物學及資源量的研究來判別最適網目，例如搭配最小成熟體長或最小法定漁獲體長 MLS (minimum landing size) 的制定等方式進行管理，以達到恢復海域漁業資源及維持最大持續生產量的目標 (賴與謝, 2009)。Petraakis and Stergiou (1996) 便針對希臘海域 4 種主要漁獲魚種，搭配已知成熟體長或最小法定漁獲體長，用以判斷最適網目以保護未成熟目標魚之資源。

黑鯛屬於雌雄同體，先雄後雌的硬骨魚類，一至二歲魚屬雄性，於第三年起，開始有部分個體性轉變為雌性，隨著年齡增加，雌性魚在族群中所佔比例亦跟著增加 (呂, 2007)，因此，如何使雌性個體在漁獲過程中保有生存機會，是評估該魚種之保育與永續經營的重要因素。根據葛 (1993) 對養殖黑鯛各年齡層所量測之最大尾叉長指出，1 歲魚最大尾叉長為 12.0 cm、2 歲魚為 18.7 cm、3 歲為 22.4 cm、4 歲為 24.5 cm、5 歲為 26.0 cm，利用本研究選擇曲線估算之結果

($FL/M = 2.63$)，換算各年齡最適網目大小，分別得到各年齡層最適網目大小為 4.6、7.1、8.5、9.3 及 9.9 cm，因此可知，網目大小為 8.5 cm 以上，雌性黑鯛始有較佳之逃逸效果；若以廖 (2011) 對台灣西南海域黑鯛之最小性成熟體長 23.0 cm 估算，則漁獲最適網目大小為 8.8 cm 以上，成熟雌魚始有逃逸效果，讓其在漁場有繁殖下一代之機會。由本研究結果可知，在黑鯛漁期利用 10.7 cm 規格目大單層刺網進行漁獲作業，不僅可以兼顧維護黑鯛資源量，並可獲得較佳的漁獲效率，整體漁獲之 IPUE 值亦高於其他規格之單層刺網，此一結果可供日後漁業管理單位進行刺網漁業管理時之決策參考依據。

謝 辭

本研究承嘉義縣布袋鎮高永明先生、三三釣具黃聖智先生協助海上作業，洪銘昆先生及黃星翰先生修訂圖表，許明樹先生及金建邦先生提供統計方面之建議，得以順利完成，謹此致謝。

參考文獻

- 中華民國台灣地區漁業統計年報 (2001-2010) 行政院農業委員會漁業署。
- 沈世傑 (1993) 台灣魚類誌. 國立台灣大學動物系, 229 pp.
- 呂盈萱 (2007) 黑鯛 Anti-Müllerian Hormone 與 Follistatin 在性別分化及性轉變的可能角色. 國立台灣海洋大學碩士論文, 94 pp.
- 李國添, 莊守正, 王世斌, 邱萬敦, 徐華遜, 顏若伊, 潘憶萍 (2007) 沿近海漁業永續發展種苗放流及保育宣導. 行政院農業委員會漁業署公共建設計畫執行成果報告, 台灣漁業永續發展協會。
- 何權法 (1997) 漁具漁法 (中冊). 華香園出版社, 327 pp.
- 邵廣昭 (2013) 台灣魚類資料庫網路電子版 <http://fishdb.sinica.edu.tw> (2013-3-7).
- 郭慶老, 黃士宗 (1992) 西北太平洋長鰭鮪流刺網之網目選擇性. 台灣水產學會刊, 19(1): 13-23.
- 陳瑞順, 周耀傑 (1980) 流刺網最適網目選擇性之研究. 中國文化大學海研所海洋叢刊-生物專刊, 26: 117-140.
- 陳中和 (1976) 刺網網目選擇曲線之研究. 台灣省立海洋學院漁業研究所碩士論文, 42 pp.
- 葛國昌編 (1993) 海水魚類增養殖學. 水產出版社, 296-300.
- 張清風 (2005) 魚類性別轉變的奧妙. 科學發展, 385: 18-21.
- 台北縣政府 (2005) 公告修正台北縣水產動植物之繁殖保育區及限制或禁止事項 (<http://www.ntpc.gov.tw/web/AB?command=showDetail&postId=113585>)
- 廖冠豪 (2011) 台灣西南沿海黑鯛 (*Acanthopagrus schlegelii*) 之生殖生物學研究. 國立高雄海洋科技大學碩士論文, 84 pp.
- 劉國強, 李英周 (2001a) 刺網漁具選擇性研究之回顧 (上). 中國水產, 584: 38-41.
- 劉國強, 李英周 (2001b) 刺網漁具選擇性研究之回顧 (下). 中國水產, 585: 34-40.
- 賴繼昌, 謝寬永 (2009) 台灣東北海域產天竺舵魚及蘭勃舵魚於單層及三層刺網之選擇性與漁獲效能. 水產研究, 17(1): 1-14.
- 謝寬永, 賴繼昌, 黃聖智, 黃章陽, 薛志輝 (2004) 台灣東北角沿岸刺網之漁獲物組成與混獲. 水產試驗所特刊, 5: 147-150.
- 金田楨之 (1977) 日本漁具漁法圖說 (中). 成山堂書店, 東京, 日本, 273-354.
- 藤森康澄, 東海正 (1999) 石田の方法と北原の方法による MS-Excel をいた刺網の網目選擇性曲線の推定. 水產海洋研究, 63: 14-25.
- Akaike, H. (1974) A new look at the statistical model identification. IEEE Trans. Autom. Contr., AC-19: 716-723.
- Alverson, D. L., M. H. Freeburg, S. A. Murawski and J. G. Pope (1994) A global assessment of fisheries bycatch and discards. Fisheries Technical Paper 339. FAO, Rome, 233 pp.
- Anderberg, M. R. (1973) Cluster Analysis for Application. Academic Press, New York, 359 pp.
- Baranov, F. I. (1914) The capture of fish by gillnets. Mater, Poznaniyu Russ. Rybolov., 3(6): 56-99.
- Baranov, F. I. (1948) Theory and assessment of fishing gear. Pishchepromizdat, Moscow.
- Carpenter, K. E. and V. H. Niem (1999) Species identification guide for fisheries purposes. The living marine resources of the western central Pacific. Vol. 1-6, FAO, Rome, 4218 pp.
- Collins, J. W. (1882) Gill-nets in the cod-fishery: a description of the Norwegian cod-nets, with directions for their use, and a history of their introduction into the United States. Bull. U.S. Fish. Comm., 1: 1-17.
- Froese, R. and D. P. Editors (2013) FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (02/2013).
- Fujimori, Y., T. Tokai, S. Hiyama and K. Matuda (1996) Selectivity and gear efficiency of trammel nets for

- Kuruma prawn (*Penaeus japonicus*). *Fish. Res.*, 26: 113-124.
- Gulland, J. A. (1983) Fish stock assessment a manual of basic method. FAO/Wiley series on food and agriculture, Vol. 1, FAO, Rome, 223 pp.
- Hamley, J. M. (1972) Use of the DeLury method to estimate gill-net selectivity. *J. Fish. Res. Board Can.*, 29: 1636-1638.
- Holt, S. J. (1963) A method of determining gear selectivity and its application. *Int. Comm. Northwest Atlantic Fish. Spec. Publ.*, 5: 106-115.
- Kitahara, T. (1971) On selectivity curve of gillnet. *Bull. Jpn. Sci. Fish. Res.*, 37(4): 289-296.
- Lambrakis, E., A. Kallianiotis and K. I. Stergiou (1999) Preliminary results on trawl discards in the Thracian Sea. *In Proceedings of the Eighth International Congress on Zoogeography and Ecology of Greece and Adjacent Regions*, Vol. 8, p. 84.
- Nakabo, T. (2002) Fishes of Japan with pictorial keys to the species. Tokai University Press, Tokyo, 1749 pp.
- Petrakis, G. and K. I. Stergiou (1996) Gill net selectivity for four species (*Mullus barbatus*, *Pagellus erythrinus*, *Pagellus acarne* and *Spicara flexuosa*) in Greek waters. *Fish. Res.*, 27: 17-27.
- Psuty, I. and W. Borowski (1997) The selectivity of gill nets to bream (*Abramis brama* L.) fished in the Polish part of the Vistula Lagoon. *Fish. Res.*, 32: 249-261.
- Stergiou, K. I., G. Petrakis and C. Y. Politou (1996) Small-scale fisheries in the South Euboikos Gulf (Greece): species composition and gear competition. *Fish. Res.*, 26: 325-336.
- Stergiou, K. I., D. K. Moutopoulos and K. Erzini (2002) Gill net and longlines fisheries in Cyclades waters (Aegean Sea): species composition and gear competition. *Fish. Res.*, 57: 25-37.
- Sechin, Y. T. (1969 a) A mathematical model for the selectivity curve of a gill-net. *Rybn. Khoz.*, 45(9): 56-58.
- Sechin, Y. T. (1969 b) Experimental basis for the relative catch efficiency of gill-nets. *Rybn. Khoz.*, 45(11): 48-49.
- Ward, J. H. (1963) Hierarchical grouping to optimize an objective function, *J. Am. Stat. Assoc.*, 58: 236-244.

Selectivity of Different Size Gill Nets and Trammel Nets for Black Porgy, *Acanthopagrus schlegelii*, in the Coastal Waters of Chiayi

Chi-Chang Lai^{1*}, Ching-Min Yang¹, Chang-Yang Huang², Kuan-Yung Hsieh³
and Long-Jing Wu¹

¹Coastal and Offshore Resource Research Center, Fisheries Research Institute

²Taiwan Fisheries Sustainable Development Association

³Department of Environmental Biology and Fisheries Science, National Taiwan Ocean University

ABSTRACT

To understand the catch effect of different scales or nets in Taiwan's coastal fishing grounds, five different gill net mesh sizes (9.4, 9.8, 10.7, 11.3, and 11.8 cm) and trammel nets (inner panel mesh size: 10.3 cm) were used on black porgy (*Acanthopagrus schlegelii*) as the target species in the coastal water of Budai, Chiayi in February to March 2004. Results indicated that the caught effects on the species and its mantissa were similar between the small mesh gill net and the trammel net. Small size or immature fish were caught with greater ease using the 9.4 cm mesh size gill net and the trammel net, while the black porgy of higher IPUE was caught with greater ease using the 10.7 cm mesh size net. The average weight of the fish captured with the trammel net was lower than those caught with the other gill nets; however, due to the higher total weight, the trammel net had the highest overall economic value. The proportion of economy catches and total catch value (C/T) of all survey nets were higher than 0.82, indicating that the captures of the different mesh sizes of gill nets and trammel nets are subject to intensive utilization in the coastal zone.

In terms of the relationship between the fork length of black porgy and mesh selectivity, if the mesh was selected properly (i.e., the relationship of Fork Length (FL) and Mesh size (M) is $FL / M = 2.63$), the catch effect and incomes of the gill net were greater than those of the trammel net during the fishing season for the black porgy. If only the total catch was considered, however, the catch effect and incomes of the trammel net were greater than those of the gill nets. Therefore, in order to reduce the impact on the environment and increase the conservation of fishery resources, while maintaining catches income, we recommend that the most appropriate mesh size gill net (10.7 cm) should be chosen for the black porgy fishing season.

Key words: gill net, trammel net, mesh size selectivity, black porgy, *Acanthopagrus schlegelii*

*Correspondence: Coastal and Offshore Resource Research Center, Fisheries Research Institute, No.6, Yugang N. 3rd Rd., Cianjhen District Kaohsiung 80672, Taiwan. TEL: (07) 821-8103 ext. 212; E-mail: cclai@mail.tfrin.gov.tw