

宜蘭灣底棲漁業資源調查 — 拖網網目選擇性研究

秦韶生·李嘉林·黃士宗·康偉福·黃四字·王友慈*

行政院農業委員會水產試驗所海洋漁業組

摘 要

為減輕宜蘭灣海域中小型底拖網漁船對未成熟魚體之混獲比率，於 2004 年 11 月 2 日至同年 12 月 16 日間，租用大溪籍拖網漁船「新遠發 63 號」(總噸位 52.10 噸，800 匹馬力)，利用覆蓋網方法進行網目選擇性試驗。其中，囊網之網目為 7 cm，覆蓋網之網目則為 3 cm。設定之線性生物量為大於或等於 0.5 及 Logistic regression model 之顯著水準為 5% 進行篩選，共計求出 14 種魚類及 6 種蝦之體長選擇範圍。結果顯示選擇範圍依各魚種之體寬與全長之比率而異。該種網目規格可讓 67.55% 未達最小生物成熟體長之真鯪 (*Trachurus japonicus*) 魚體由目大 7 cm 之囊網逃脫，而刺鰾 (*Psenopsis anomala*)、大眼鯛 (*Priacanthus macracanthus*)、白帶魚 (*Trichurus lepturus*)、黑鰔 (*Atrubucca nibe*)、花斑蛇鰻 (*Saurida undosquamis*) 等幼魚之逃逸率則分別為 38.20%、100.00%、54.60%、35.71% 及 54.43%，顯示對於未達最小生物成熟體長之幼魚有顯著之保護作用。

關鍵詞：網目選擇性、覆蓋網、逃逸率、宜蘭灣

前 言

底拖網漁業係能一次捕獲多種類之漁業，由於漁獲種類、體型不一，因此，欲針對該漁業實施網目規範措施，具有相當之困難度 (Kitahara and Tokai, 1991)。雖然如此，該漁業仍是一種最須予以管理之漁業 (Allen, 1963; Aoyama, 1965)，再者，中小型拖網漁船多在沿近海域作業，更易混獲幼魚 (Jean and Kuo, 1988; Wu *et al.*, 2004)，為減少漁獲幼魚比例以達資源合理利用，更需及早制定拖網漁具網目 (Liu *et al.*, 1978)。近年來，我國中小型拖網漁業之產量逐年遞減，山本推論亂獲應是主因之一 (Yamamoto, 1994)。因此對於中小型拖網漁船如何減少幼魚的混獲，應是拖網漁業的研究重點之一。依據台灣地區漁業年報顯示 (FA, 2006)，2005 年宜蘭縣中小型拖網漁業之年產量為 20,596 ton，佔該縣漁業總年產量之 16.80%。又該項產量佔台灣地區中小型拖網漁業年產量之

35.07% 及台灣地區漁業年總產量之 1.56%，為我國重要漁業之一。於宜蘭灣海域作業之中小型拖網漁船其所使用之囊網網目多在 3 cm 以下 (Chow and Su, 2002)，而 Liu *et al.* (1978) 與 Chow *et al.* (1988) 等基於主要漁獲物最小生物成熟體長，認為我國近海中小型拖網漁船所使用之囊網網目尺寸應限制在 6.5 cm 以上，顯然二者間有很大的差距。宜蘭灣中小型拖網漁獲對象非常廣泛 (Lee, 2000)，主要漁獲物為鰆類、鰻魚、紅目鯪、海鰻、刺鰾、黑鰔、白口、鱗、烏賊、章魚及蝦類等。為防止該海域底棲漁業資源發生過度捕撈，經濟魚種漁獲比例降低等現象，本研究利用覆蓋網方法，探討囊網網目為 7 cm 時之漁獲量及漁獲物體長範圍。目前，由於該縣之中小型拖網漁船多已集中在宜蘭灣內作業，以致經濟魚種之漁獲量銳減，因此漁民透過民意代表表達希望能進入 50 m 淺水域作業的想法；另一方面，由本所所蒐集標本船之漁況資料顯示，下雜魚之混獲比例約為 30%，而由下雜魚之標本分析結果，其中不少為石首魚科 (Sciaenidae)、仙女魚科 (Aulopidae)、鰻科 (Carangidae) 等之幼魚。為防止幼小魚體被大量誤捕以維護該海域底棲漁業資源，因此，於

*通訊作者 / 基隆市和一路 199 號, TEL: (02) 2462-2101; FAX: (02) 2463-3110; E-mail: ytwang@mail.tfrin.gov.tw

該海域實施網目規範乃刻不容緩之急務。往昔，有關拖網漁具網目選擇性之研究，大多在我國北部及西部海域 (Chow and Hsieh, 1979; Chen and Chow, 1987; Chian *et al.*, 1988; Chow *et al.*, 1988; Huang and Chow, 1992a, b)，而在減少混獲方面則多著重在魚蝦分離方法之探討 (Chen *et al.*, 2000; Chen and Chow, 2001)，但對宜蘭灣中小型拖網漁業減少混獲之研究，則付之闕如。緣此，本研究針對宜蘭灣海域之中小型拖網漁場，進行囊網網目選擇性之探討，期能減少下雜魚之漁獲比例。以利該海域底棲漁業資源之合理利用及中小型拖網漁業之永續經營。

材料與方法

本研究於 2004 年 11 月 2 日至同年 12 月 16 日間，租用宜蘭縣頭城區漁會大溪漁港籍「新遠發 63 號」漁船 (總噸位 52.10 噸, 主機馬力 800 匹)，於宜蘭灣海域 (Fig. 1) 從事 33 網次之漁撈試驗 (Table 1)，扣除其中第 11、24 及 25 網次等 3 網次係採用單層囊網作業外，實際從事網目選擇性試驗之網次為 30 網次。本次試驗用之網具為大溪漁港中小型拖網漁船所使用之一般底拖網具，囊網之網目為 7 cm (Liu *et al.*, 1978; Chow *et al.*, 1980)，並在囊網外部結附目大 3 cm 之覆蓋網 (Fig. 2)，藉以觀察混獲魚類由囊網逸出至覆蓋網之比率。囊網及覆蓋網中之漁獲物體長均予以記錄 (魚類為全長，蝦類為體長，蟹類為甲殼寬，頭足類為外套長) 及量測體重。至於分析方法，首先是依漁獲物之物種求取其之線性生物量 (Linear biomass) (Porter, 1972; Lyons, 1981)，其方法如下：

$$B_i = \left(\frac{S_i}{S_T} \right) \times 100$$

S_i : 各物種體長之和

S_T : 總物種體長之和

B_i : Linear Biomass

其次，取線性生物量 $\alpha \geq 0.5$ 之物種，依魚類、蝦類、蟹類及頭足類等在其各等體長組距分別計算各物種之尾數逃逸率，計算方法如下：

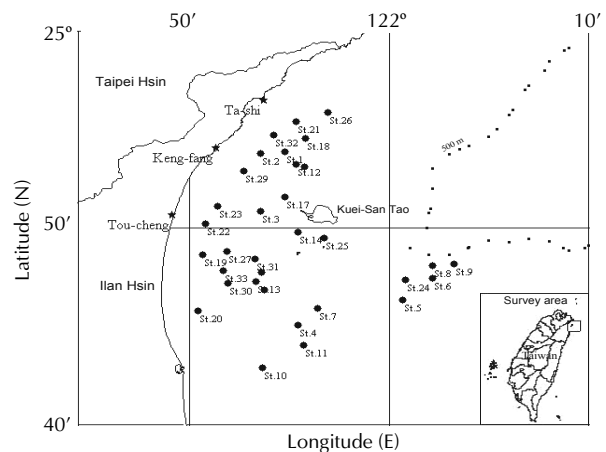


Fig. 1 Surveyed stations in the waters of Yilan Bay from November 2 to December 16, 2004.

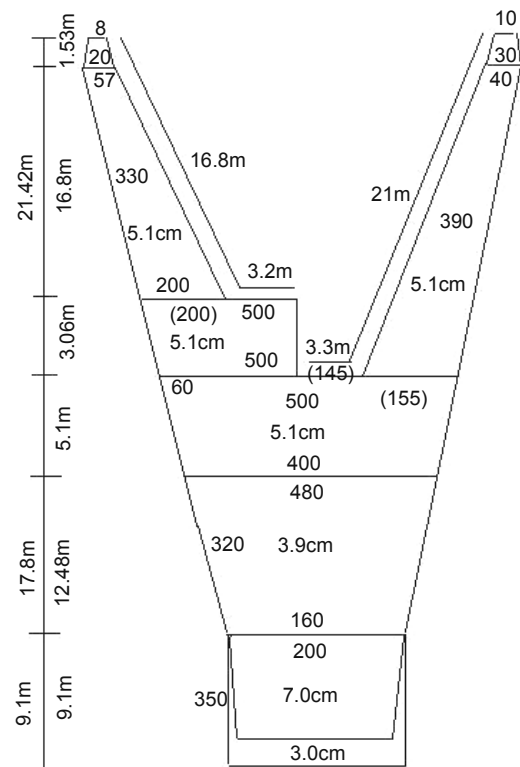


Fig. 2 The trawl net used in this study.

$$P_j = \left(\frac{N_a(L_j)}{N_a(L_j) + N_b(L_j)} \right) \times 100\%$$

L_j : 各物種於 j 組距之體長

N_a : 覆蓋網內出現之尾數

$N_a(L_j)$: 覆蓋網內各物種於 j 組距體長所出現之尾數

Table 1 List of surveyed stations trawling

St. no.	Date	Location		Average trawling depth (m)	Trawling time (min)	Catches (kg)
		Latitude (N)	Longitude (E)			
1	02 Nov. 2004	24°53.9'	121°56.7'	80.5	134	12.18
2		24°54.1'	121°55.0'	98.8	98	7.44
3		24°50.8'	121°53.6'	88.1	96	16.04
4		24°45.1'	121°55.4'	110.5	117	14.65
5	03 Nov. 2004	24°46.4'	122°00.7'	171.5	120	9.40
6		24°49.5'	122°02.2'	214.0	117	4.95
7		24°45.5'	121°56.3'	245.0	121	8.77
8		24°47.6'	122°02.8'	243.5	118	6.06
9	04 Nov. 2004	24°47.9'	122°02.7'	302.5	100	16.82
10		24°42.9'	121°53.6'	97.8	148	19.31
11		24°44.1'	121°55.7'	97.5	172	37.64
12		24°53.1'	121°55.4'	109.0	128	11.94
13	10 Nov. 2004	24°47.3'	121°53.3'	111.0	122	18.20
14		24°50.1'	121°55.6'	101.5	90	28.15
15		24°53.1'	121°55.8'	118.5	141	21.86
16		24°46.8'	121°53.7'	107.3	120	18.47
17	11 Nov. 2004	24°51.4'	121°56.3'	87.2	122	26.36
18		24°55.1'	121°55.6'	52.0	142	21.04
19		24°48.7'	121°50.6'	31.2	120	20.17
20		24°45.8'	121°50.4'	32.3	120	38.89
21	12 Nov. 2004	24°55.2'	121°54.9'	44.8	118	6.02
22		24°50.2'	121°50.8'	31.8	123	19.55
23		24°50.6'	121°51.2'	52.1	124	21.61
24		24°47.2'	122°01.3'	241.5	121	8.42
25	09 Dec. 2004	24°49.7'	121°56.5'	105.5	93	24.58
26		24°55.3'	121°55.4'	48.8	138	18.84
27		24°48.5'	121°51.7'	107.0	125	11.83
28		24°47.7'	121°53.6'	114.1	121	17.27
29	10 Dec. 2004	24°53.4'	121°53.8'	74.9	143	20.97
30		24°47.2'	121°51.9'	94.2	131	21.62
31		24°48.1'	121°53.1'	103.9	131	12.88
32		24°54.1'	121°54.7'	73.4	144	17.92
33	16 Dec. 2004	24°47.7'	121°51.3'	86.7	150	20.86

$N_b(L_j)$: 囊網內各物種於 j 組距體長所出現之尾數

P_j : 第 j 組距之逃逸率

p : 逃逸率

α : 截距

β : 迴歸係數

X : 漁獲物體長

然後利用 Logistic regression method 求出迴歸方程式 (Aoyama, 1961; Wu, 1982; Tokai and Kitahara, 1989; Huang and Chow, 1992a; Chen and Chow, 2001), 有關 Logistic regression method 之計算式如下:

$$\ln \left(\frac{p}{1-p} \right) = \alpha + \beta X$$

各物種對網目的逃逸率不同, 假設 $Y_i=1$ 時, 表示各物種在囊網內可以全部逃逸至覆蓋網, $Y_i=0$ 時, 各物種均在囊網內均無法逃逸。因此 Logistic response function $E(Y)$ 表示如下:

$$E(Y) = \frac{\exp(\alpha + \beta X)}{1 + \exp(\alpha + \beta X)}$$

接著，再估算 25%、50% 及 75% 逃逸率時之體長。體長選擇範圍 (Selection span, L_{sp}) 之計算式則是 $L_{sp} = L_{0.25} - L_{0.75}$ ($L_{0.25}$ = 逃逸率為 25% 之體長, $L_{0.75}$ = 逃逸率為 75% 時之體長)。選擇係數 (Selection index, C) 的公式為：

$$C = \frac{L_{0.5}(L_{0.25} - L_{0.75})}{L_{0.5}}$$

結 果

線性生物量大於或等於 0.5 之主要漁獲物有 32 種 (Table 2)，其中魚類 22 種、蝦類 6 種、蟹類 1 種，以及頭足類 3 種。將前述各主要漁獲種類於各體長組距之逃逸率以 Logistic regression method 測定後，選取 Chi-Square 顯著水準 $p_r < 0.05$ 之檢定結果 (Table 3)，可求出體長選擇範圍之魚類有 14 種，蝦類有 6 種，茲將該等漁獲逃逸之重量、尾數比、以及各種類之體長選擇特性摘述如下：

一、逃逸之重量比

本次試驗之漁獲總重量為 1,091.69 kg，其中囊網內之漁獲量為 603.49 kg，覆蓋網內之漁獲量為 487.60 kg，整體漁獲量減少之比率為 44.69% (Table 4)。而魚類、蝦類、蟹類及頭足類之逃逸率則分別為 46.69%、46.34%、12.61% 及 16.05%。在個別種類方面，逃逸率達 70% 以上者有真鯮 (*Trachurus japonicus*)、白帶魚 (*Trichiurus lepturus*)、新鰯 (*Neobythites sivicola*) 及長額赤蝦 (*Metapenaeopsis provocatoria longirostris*) (Table 2)。逃逸率在 60 ~ 70% 者有條紋緋鯉 (*Upeneus bensasi*)、梭氏蜥鰨 (*Galeus sauteri*) 及隆脊管鞭蝦 (*Solenocera choprai*)。逃逸率在 40 ~ 50% 者有多刺鬚鯧 (*Caelorinchus multispinulosus*)、鼠鬚鯧 (*C. anatrostris*)、廣吻筴鰨 (*Apristurus macrorhynchus*)、黑鰻 (*Atrubucca nibe*) 及中型新對蝦 (*Metapenaeus intermedius*)。逃逸率在 30 ~ 40% 者有刺鰨 (*Psenopsis anomala*)、五眼斑魷 (*Pseudorhombus pentophthalmus*)、大齒斑魷 (*P. arsius*)、五目斑魷 (*P. quinquocellatus*) 及憂鬱管鞭蝦 (*S. melanthero*)。逃逸率在 20 ~ 30% 者有長腕

章魚 (*Octopus variabilis*)。逃逸率在 10 ~ 20% 者有灰海鰻 (*Muraenesox cinereus*)、花斑蛇鯧 (*Saurida undosquamis*)、長體蛇鯧 (*S. elongate*)、大眼鯛 (*Priacanthus macracanthus*)、台灣後海螯蝦 (*Metanephrops formosanus*) 及真烏賊 (*Sepia esculenta*)。逃逸率在 10% 以下者有平鯮 (*Carangoides equula*)、黃土魷 (*Dasyatis zugei*)、台灣馬加鰨 (*Scomberomorus guttatus*)、六斑二齒魷 (*Diodon holocanthus*)、尖嘴土魷 (*D. zugei*)、長角仿對蝦 (*Parapenaeopsis hardwickii*)、長手隆背蟹 (*Carcinoplax longimana*) 及鎖管 (*Loligo edulis*)。

二、逃逸之尾數比

經檢視各種類在囊網與覆蓋網之尾數，發現逃逸率在 70% 以上者為真鯮、白帶魚、新鰯、條紋緋鯉等 (Table 5)。逃逸率在 60 ~ 70% 者為灰海鰻及梭氏蜥鰨。逃逸率在 50 ~ 60% 者為多刺鬚鯧、五眼斑魷、五目斑魷、花斑蛇鯧、廣吻筴鰨、鼠鬚鯧、憂鬱管鞭蝦等。逃逸率在 40 ~ 50% 者為大眼鯛、中型新對蝦、長額赤蝦、長角仿對蝦、隆脊管鞭蝦、長腕章魚等。逃逸率在 30 ~ 40% 者為大齒斑魷、長體蛇鯧、黑鰻等。逃逸率在 20 ~ 30% 者為刺鰨、台灣後海螯蝦等。逃逸率在 10 ~ 20% 者為台灣馬加鰨、長手隆背蟹等。逃逸率在 10% 以下者為平鯮、黃土魷、六斑二齒魷、尖嘴土魷及鎖管。

三、體長選擇特性

(一) 魚類

真鯮之選擇曲線如 Fig. 3-A，50% 選擇點之全長為 27.7 cm (Table 6)，選擇範圍為 23.2 ~ 32.3 cm。刺鰨之選擇曲線如 Fig. 3-B，50% 選擇點之全長為 14.5 cm (Table 6)，選擇範圍為 10.4 ~ 18.5 cm。多刺鬚鯧之選擇曲線如 Fig. 3-C，50% 選擇點之全長為 18.9 cm (Table 6)，選擇範圍為 14.0 ~ 23.8 cm。五眼斑魷之選擇曲線如 Fig. 3-D，50% 選擇點之全長為 16.7 cm (Table 6)，選擇範圍為 15.6 ~ 17.8 cm。大齒斑魷之選擇曲線如 Fig. 3-E，50% 選擇點之全長為 10.8 cm (Table 6)，選擇範圍為 5.5 ~ 16.1 cm。五目斑魷之選擇曲線如 Fig. 3-F，50% 選擇點之全長為 15.8 cm (Table 6)，選擇範圍為 11.3 ~ 20.3 cm。灰海鰻之選擇曲線如 Fig. 3-G，50%

Table 2 The weight of dominant catches retained in cod end and escaped into cover net

Species	Cod end (kg)	Cover net (kg)	Total (kg)	Linear biomass	Percent of escaped (%)*
<i>Trachurus japonicus</i>	70.48	173.35	243.83	26.77	71.10
<i>Psenopsis anomala</i>	55.96	37.12	93.08	8.52	39.88
<i>Caelorinchus multispinulosus</i>	29.07	26.60	55.67	4.92	47.78
<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>	30.26	17.85	48.11	4.05	37.10
<i>Pseudorhombus arsius</i>	31.95	15.05	47.00	3.86	32.01
<i>Pseudorhombus quinquocellatus</i>	25.68	14.93	40.61	3.58	36.77
<i>Trichiurus lepturus</i>	9.57	25.46	35.03	2.94	72.67
<i>Muraenesox cinereus</i>	25.75	5.48	31.23	2.58	17.56
<i>Saurida undosquamis</i>	23.18	3.32	26.49	2.15	12.52
<i>Apristurus macrorhynchus</i>	13.49	11.32	24.81	2.03	45.62
<i>Neobythites sivicola</i>	5.15	14.90	20.05	1.84	74.30
<i>Saurida elongata</i>	11.80	2.92	14.72	1.60	19.81
<i>Carangoides equula</i>	14.25	0.22	14.47	1.39	1.50
<i>Dasyatis bennetti</i>	9.28	0.19	9.47	1.03	2.00
<i>Scomberomorus guttatus</i>	9.12	0.39	9.51	0.78	4.08
<i>Diodon holocanthus</i>	6.04	0.10	6.14	0.71	1.62
<i>Upeneus bensasi</i>	2.36	5.46	7.82	0.66	69.87
<i>Priacanthus macracanthus</i>	4.80	1.10	5.90	0.65	18.66
<i>Galeus sauteri</i>	1.41	2.64	4.05	0.63	65.28
<i>Caelorinchus anatirostris</i>	4.33	3.28	7.61	0.62	43.11
<i>Dasyatis zugei</i>	6.75	0.23	6.98	0.60	3.31
<i>Atrobucca nibe</i>	3.73	2.62	6.34	0.54	41.23
<i>Metapenaeus intermedius</i>	42.77	34.07	76.84	5.09	44.34
<i>Metapenaeopsis provocatoria longirostris</i>	4.28	12.16	16.44	1.35	73.96
<i>Solenocera melantho</i>	8.34	4.52	12.86	0.89	35.12
<i>Parapenaeopsis hardwickii</i>	9.82	0.91	10.74	0.88	8.50
<i>Metanephrops formosanus</i>	3.57	0.78	4.36	0.62	17.96
<i>Solenocera choprai</i>	2.51	3.87	6.38	0.52	60.68
<i>Carcinoplax longimana</i>	18.60	1.84	20.44	1.70	9.60
<i>Sepia esculenta</i>	12.36	2.75	15.12	1.30	18.21
<i>Octopus variabilis</i>	5.12	1.41	27.51	0.56	21.65
<i>Loligo edulis</i>	5.55	0.16	5.70	0.50	2.73
Other catches	96.16	60.60	135.78	14.14	44.63
Total catches	603.49	487.60	1091.69	100.00	44.69

*(Fish in cover net / Total fish) x 100%

選擇點之全長為 63.9 cm (Table 6)，選擇範圍為 50.8 ~ 77.0 cm。花斑蛇鰻之選擇曲線如 Fig. 3-H，50% 選擇點之全長為 23.7 cm (Table 6)，選擇範圍為 21.8 ~ 25.6 cm。廣吻筴鮫之選擇曲線如 Fig.

3-I，50% 選擇點之全長為 29.6 cm (Table 6)，選擇範圍為 15.6 ~ 43.7 cm。新鰻之選擇曲線如 Fig. 3-J，50% 選擇點之全長為 30.0 cm (Table 6)，選擇範圍為 24.7 ~ 35.4 cm。長體蛇鰻之選擇曲線如

Table 3 Results of escape rate and total length from logistic regression analysis

Species	Intercept (α)	Slope (β)	Chi-square value	$P_r >$ Chi-square
<i>Trachurus japonicus</i> *	2.8826	-0.1039	100.5485	0.0001
<i>Psenopsis anomala</i> *	1.7105	-0.1183	7.8193	0.0052
<i>Caelorinchus multispinulosus</i> *	1.8359	-0.0971	86.8965	0.0001
<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i> *	7.2109	-0.4329	185.9097	0.0001
<i>Pseudorhombus arsius</i> *	0.9739	-0.0903	36.1418	0.0001
<i>Pseudorhombus quinquocellatus</i> *	1.6812	-0.1064	12.8557	0.0003
<i>Trichiurus lepturus</i>	0.7934	0.0024	0.1401	0.7082
<i>Muraenesox cinereus</i> *	2.3273	-0.0364	14.3122	0.0002
<i>Saurida undosquamis</i> *	5.9299	-0.2507	84.9482	0.0001
<i>Apristurus macrorhynchus</i> *	1.0044	-0.0339	11.6459	0.0006
<i>Neobythites sivicola</i> *	2.6828	-0.0894	10.3773	0.0013
<i>Saurida elongata</i> *	2.8560	-0.1293	8.4313	0.0037
<i>Carangoides equula</i>	6.0588	-0.5860	0.6533	0.4189
<i>Dasyatis bennetti</i>	28.9586	-0.7289	0.1367	0.7116
<i>Scomberomorus guttatus</i>	-8.1105	0.1367	0.7039	0.4015
<i>Diodon holocanthus</i>	0.0943	-0.2819	0.4187	0.5176
<i>Upeneus bensasi</i> *	5.3369	-0.3636	30.4388	0.0001
<i>Priacanthus macracanthus</i> *	2.0594	-0.1833	19.9317	0.0001
<i>Galeus sauteri</i>	1.1640	-0.0205	0.5946	0.4406
<i>Caelorinchus anatirostris</i> *	4.5239	-0.2080	15.8867	0.0001
<i>Dasyatis zugei</i>	-2.9295	-0.0064	0.0161	0.8991
<i>Atrobucca nibe</i>	-0.1314	-0.0173	0.0425	0.8367
<i>Metapenaeus intermedius</i> *	1.1462	-0.1681	17.3774	0.0001
<i>Metapenaeopsis provocatoria longirostris</i> *	7.3822	-1.0619	144.4432	0.0001
<i>Solenocera melantho</i> *	2.2186	-0.2359	41.6922	0.0001
<i>Parapenaeopsis hardwickii</i> *	5.4913	-0.4520	16.7525	0.0001
<i>Metanephrops formosanus</i> *	1.5118	-0.3094	32.3215	0.0001
<i>Solenocera choprai</i> *	2.8538	-0.2209	13.0737	0.0003
<i>Carcinoplax longimana</i>	-1.0220	-0.1796	2.0913	0.1481
<i>Sepia esculenta</i>	-3.4587	0.1234	0.9251	0.3361
<i>Octopus variabilis</i>	-0.0386	-0.0207	0.0120	0.9129
<i>Loligo edulis</i>	-1.4439	-0.1372	3.3463	0.0674

*Significant level, $p_r < 0.05$

Fig. 4-A, 50% 選擇點之全長為 22.1 cm (Table 6), 選擇範圍為 18.4 ~ 25.8 cm。條紋緋鯉之選擇曲線如 Fig. 4-B, 50% 選擇點之全長為 14.7 cm (Table 6), 選擇範圍為 13.4 ~ 16.0 cm。大眼鯛之

選擇曲線如 Fig. 4-C, 50% 選擇點之全長為 11.2 cm (Table 6), 選擇範圍為 8.6 ~ 13.8 cm。鼠鬚鯉之選擇曲線如 Fig. 4-D, 50% 選擇點之全長為 21.8 cm (Table 6), 選擇範圍為 19.5 ~ 24.0 cm。

Table 4 The catches retained in the cod end and escaped into the cover net in this study

Catches	Weight (kg)		Total weight (kg)	Percent of escaped (%)*
	Cod end (7cm)	Cover net (3cm)		
Fish	463.44	405.89	869.33	46.69
Shrimp	83.64	73.08	157.73	46.34
Crab	28.58	4.12	32.70	12.61
Shellfish	1.22	0.01	1.23	0.81
Cephalopoda	23.10	4.41	27.51	16.05
Total	603.49	487.60	1,091.09	44.69

*(Weight in cover net /Total weight) x 100%

Table 5 Number of fish in cod end and cover net

Species	Number of fish in Cod end	Number of fish in Cover net	Total number	Percent of escaped (%)
<i>Trachurus japonicus</i>	1166	2835	4001	70.86
<i>Psenopsis anomala</i>	1183	482	1665	28.95
<i>Caelorinchus multispinulosus</i>	1455	1492	2947	50.63
<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>	540	589	1129	52.17
<i>Pseudorhombus arsius</i>	1173	615	1788	34.40
<i>Pseudorhombus quinquocellatus</i>	562	589	1151	51.17
<i>Trichiurus lepturus</i>	134	343	477	71.91
<i>Muraenesox cinereus</i>	55	90	145	62.07
<i>Saurida undosquamis</i>	105	145	250	58.00
<i>Apristurus macrorhynchus</i>	629	888	1517	58.54
<i>Neobythites sivicola</i>	237	744	981	75.84
<i>Saurida elongata</i>	79	35	114	30.70
<i>Carangoides equula</i>	129	2	131	1.53
<i>Dasyatis bennetti</i>	25	2	27	7.41
<i>Scomberomorus guttatus</i>	15	2	17	11.76
<i>Diodon holocanthus</i>	44	1	45	2.22
<i>Upeneus bensasi</i>	126	388	514	75.49
<i>Priacanthus macracanthus</i>	73	66	139	47.48
<i>Galeus sauteri</i>	82	184	266	69.17
<i>Caelorinchus anatirostris</i>	110	130	240	54.17
<i>Dasyatis zugei</i>	27	0	27	0.00
<i>Atrobucca nibe</i>	52	32	84	38.10
<i>Metapenaeus intermedius</i>	1327	1179	2506	47.05
<i>Metapenaeopsis provocatoria longirostris</i>	463	386	849	45.47
<i>Solenocera melanthero</i>	275	314	589	53.31
<i>Parapenaeopsis hardwickii</i>	247	191	438	43.61
<i>Metanephrops formosanus</i>	306	77	383	20.10
<i>Solenocera choprai</i>	381	314	695	45.18
<i>Carcinoplax longimana</i>	405	46	451	10.20
<i>Sepia esculenta</i>	66	10	76	13.16
<i>Octopus variabilis</i>	52	44	96	45.83
<i>Loligo edulis</i>	138	12	150	8.00
<i>Penahhia argentata</i>	14	17	31	54.84
<i>Dentex tumifrons</i>	27	0	27	0.00

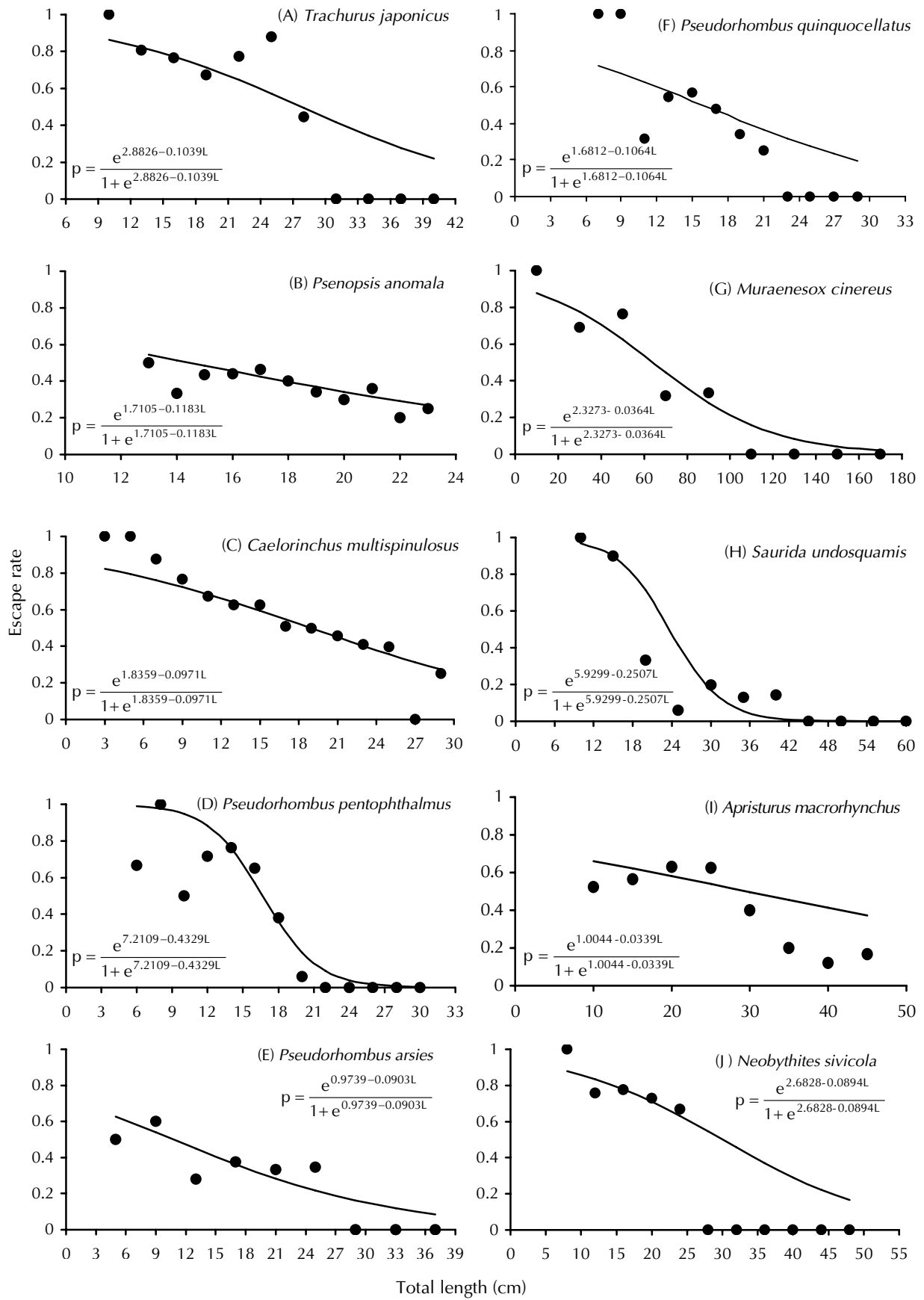


Fig. 3 Relationships between total length and escape rate of different species.

Table 6 The catches of dominant species, and their total length at escape rate of 25% ($TL_{0.25}$), 50% ($TL_{0.50}$) and 75% ($TL_{0.75}$), selection span, selection index, and the ratio of body width and total length in this study

Species	$TL_{0.25}$ (cm)	$TL_{0.50}$ (cm)	$TL_{0.75}$ (cm)	Selection span (cm)	Selection Index(%)	BW/TL
<i>Trachurus japonicus</i>	32.3	27.7	23.2	9.2	66.78	0.22
<i>Psenopsis anomala</i>	18.5	14.5	10.4	8.1	44.14	0.42
<i>Caelorinchus multispinulosus</i>	23.8	18.9	14.0	9.8	48.15	0.12
<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>	17.8	16.7	15.6	2.2	86.83	0.31
<i>Pseudorhombus arsius</i>	16.1	10.8	5.5	10.6	1.85	0.32
<i>Pseudorhombus quinquocellatus</i>	20.3	15.8	11.3	10.0	36.71	0.38
<i>Trichiurus lepturus</i>	—	—	—	—	—	0.05
<i>Muraenesox cinereus</i>	77.0	63.9	50.8	26.2	58.99	0.05
<i>Saurida undosquamis</i>	25.6	23.7	21.8	3.8	83.97	0.14
<i>Apristurus macrorhynchus</i>	43.7	29.6	15.6	28.2	4.73	0.10
<i>Neobythites sivicola</i>	35.4	30.0	24.7	10.7	64.33	0.16
<i>Saurida elongate</i>	25.8	22.1	18.4	7.4	66.52	0.14
<i>Carangoides equula</i>	—	—	—	—	—	0.37
<i>Dasyatis bennetti</i>	—	—	—	—	—	0.34
<i>Dasyatis zugei</i>	—	—	—	—	—	0.52
<i>Scomberomorus guttatus</i>	—	—	—	—	—	0.16
<i>Diodon holocanthus</i>	—	—	—	—	—	0.40
<i>Upeneus bensasi</i>	16.0	14.7	13.4	2.6	82.31	0.21
<i>Priacanthus macracanthus</i>	13.8	11.2	8.6	5.2	53.57	0.28
<i>Galeus sauteri</i>	—	—	—	—	—	0.12
<i>Caelorinchus anatirostris</i>	24.0	21.8	19.5	4.5	79.35	0.13
<i>Atrubucca nibe</i>	—	—	—	—	—	0.23
<i>Metapenaeus intermedius*</i>	14.6	10.7	6.8	7.8	27.10	—
<i>Metapenaeopsis provocatoria longirostris*</i>	7.4	7.0	6.5	0.9	87.14	—
<i>Solenocera melantho*</i>	11.7	9.9	8.1	3.6	63.63	—
<i>Parapenaeopsis hardwickii*</i>	6.4	4.9	3.3	3.1	36.73	—
<i>Metanephrops formosanus</i>	4.1	2.6	1.2	2.9	-11.53	—
<i>Solenocera choprai*</i>	15.1	12.9	10.8	4.3	66.56	—

*Body length

(二) 蝦類

蝦類中之中型新對蝦，其選擇曲線如 Fig. 4-E，50% 選擇點之體長為 10.7 cm (Table 6)，選擇範圍為 6.8 ~ 14.6 cm。長額赤蝦之選擇曲線如 Fig. 4-F，50% 選擇點之體長為 7.0 cm (Table 6)，選擇範圍為 6.5 ~ 7.4 cm。憂鬱管鞭蝦之選擇曲線如 Fig. 4-G，50% 選擇點之體長為 9.9 cm (Table 6)，選擇範圍為 8.1 ~ 11.7 cm。長角仿對蝦之選擇曲線如 Fig. 4-H，50% 選擇點之體長為 4.9 cm (Table 6)，選擇範圍為 3.3 ~ 6.4 cm。台灣後海螯

蝦之選擇曲線如 Fig. 4-I，50% 選擇點之體長為 2.6 cm (Table 6)，選擇範圍為 1.2 ~ 4.1 cm。隆脊管鞭蝦之選擇曲線如 Fig. 4-J，50% 選擇點之體長為 12.9 cm (Table 6)，選擇範圍為 10.8 ~ 15.1 cm。

討 論

由前述結果顯示，各類漁獲物有不同之逃逸率，該項結果對漁業經營及對各類生物資源之影響程度如何，茲依漁獲量差異、體長利用特性及適用性等方面，提出討論如下：

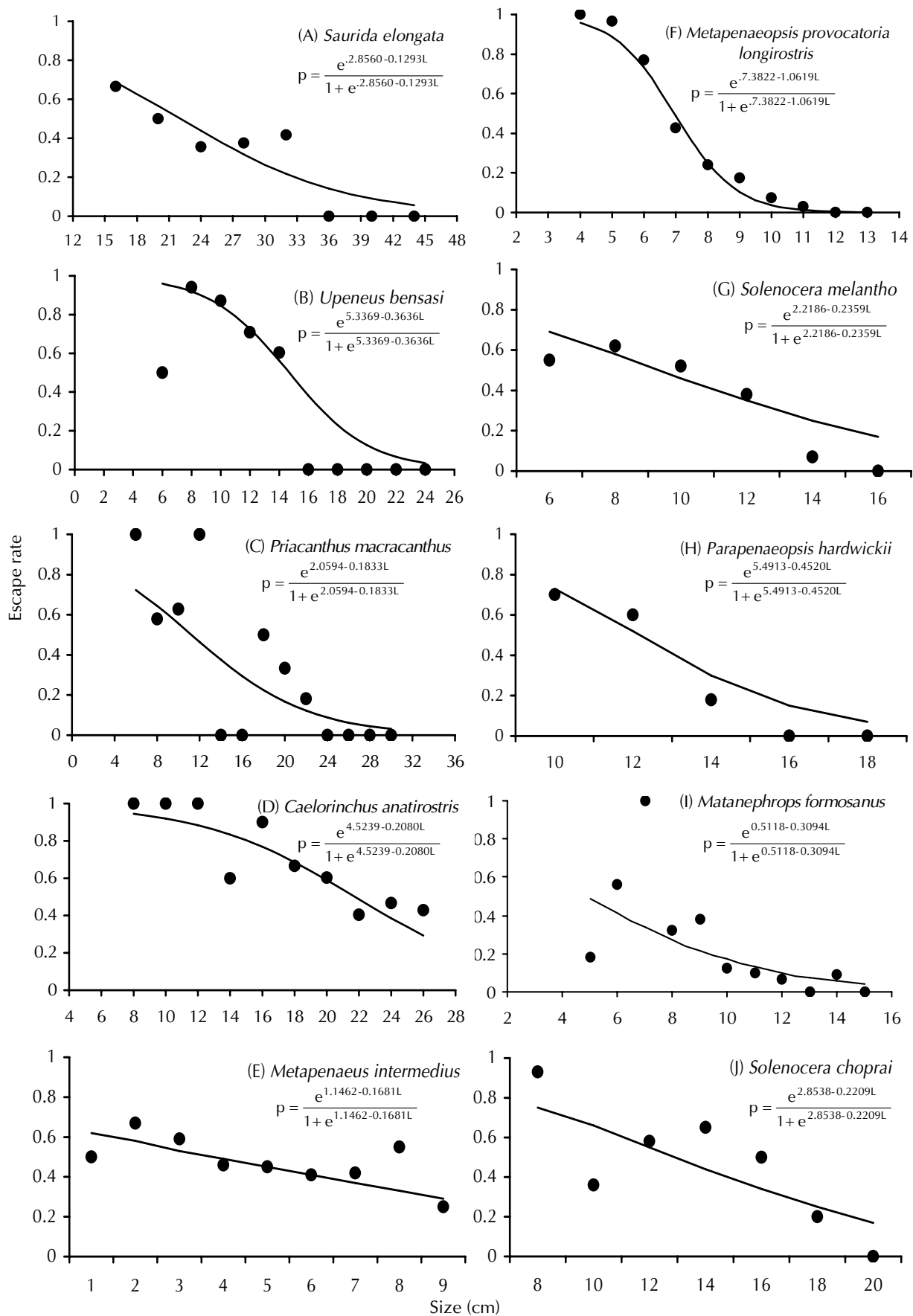


Fig. 4 Relationships between size and escape rate of different species (A~D, total length; E~J, body length).

Table 7 Average CPUE of sampling baby trawlers caught in Yilan Bay during 2005 and 2006

Unit: kg/hr-boat

Catches	CPUE		Average	Percent (%)
	2005	2006		
Trash fish	7.39	11.06	9.23	29.09
Shrimp	8.01	7.44	7.73	24.38
Redtail scad	8.7	0.09	4.40	13.86
Blue mackerel scad	0.12	5.18	2.65	8.36
Other fishes	1.52	0.4	0.96	3.03
Flatfish	0.93	0.63	0.78	2.46
Hairtail	0.7	0.69	0.70	2.19
Brownspace bigeye	0.1	1.19	0.65	2.03
Barracuda	0.32	0.72	0.52	1.65
Squid	0.48	0.44	0.46	1.45
Skate	0.2	0.65	0.43	1.34
Pike conger	0.42	0.35	0.39	1.22
Yellow sea bream	0.41	0.34	0.38	1.18
Cuttlefish	0.28	0.39	0.34	1.07
Crabs	0.42	0.25	0.34	1.07
Octopus	0.38	0.11	0.25	0.78
Trevally	0.17	0.25	0.21	0.67
Blackmouth croaker	0.15	0.24	0.20	0.62
Butterfish	0.2	0.12	0.16	0.52
Goatfish	0.27	0.05	0.16	0.51
Sharks	0.09	0.2	0.15	0.47
Lizardfish	0.13	0.07	0.10	0.31
Grouper	0.05	0.07	0.06	0.19
Blackthroat seaperch	0.02	0.04	0.03	0.10
Tilefish	0.02	0.02	0.02	0.07
Gurnard	0.01	0.03	0.02	0.06
Red cornetfish	0.01	0.02	0.02	0.04
Silver jewfish	0.01	0	0.01	0.02
Total	31.51	31.04	31.28	100.00

一、漁獲量差異

依據 Aoyama (1965) 之看法，網目規範必須並兼考量到經營的問題，關於此點，由本次試驗之結果顯示，漁獲量會減少 44.7%，魚類及蝦類之漁獲量均會減少 40% 以上，而蟹類及頭足類，則分別減少 12.61% 及 16.05% (Table 4)。因此，若將囊網網目由目前的 3 cm 放大至 7 cm，則漁獲量將會減少近二分之一，此項結果，對於業者之接受程度必須多以考量。依據 2005 及 2006 年標本船之各類單位努力漁獲量 (CPUE) 資料顯示

(Table 7)，蝦類佔該海域總 CPUE 之 24.4%，顯示蝦類在漁獲組成中佔有極為重要之地位，今後可考量往魚蝦分離網 (Chian *et al.*, 1988) 及魚、蝦資源分別管理等方向作進一步之探討。而有關專屬蝦曳網之網目規範方面，則建議以各種蝦類之最小生物成熟體長為其考量因素，此仍有待後續之研究加以深入探討。

二、體長利用特性

網目規範乃取決於生物學上的需要 (Aoyama, 1965; Chow *et al.*, 1988)，依據本次試驗結果顯

Table 8 The previous study of fish species, average of total length, size at first maturity in total length (A), numbers and percentage of fish >A, and percent of fish <A in cover net

Species	Total length at selection 50% (cm)	Size at first maturity in total length (cm) (A)	References	Numbers of fish < A	Percent of fish <A (%)	Percent of fish <A in cover net (%)
<i>Trachurus japonicus</i>	27.7	20.6	Hotta and Nakashima (1971), Akira O. and S. Umeda (1983)	3,760	92.62	67.55
<i>Psenopsis anomala</i>	14.5	19.3	Wang S. B. and C.T. Chen (1989)	1,082	91.46	38.20
<i>Priacanthus macracanthus</i>	11.2	17.4	Liu K.M., C.T. Chen and S.J. Joung (1992)	104	74.82	100.00
<i>Saurida undosquamis</i>	23.7	28.0	Okada and Kyoshin (1955)	194	78.22	54.43
<i>Trichurus lepturus</i>	—	68.0	Jean and Lee (1984)	366	76.56	54.60
<i>Atrobucca nibe</i>	—	23.0	Hwang and Chen (1984)	80	95.23	35.71
<i>Pennahia argentata</i>	—	16.0	Tzeng and Liu (1972)	5	16.13	12.90

示，真鯮於逃逸率 50% 時之全長為 27.7 cm，其最小生物成熟全長為 20.6 cm (Hotta and Nakashima, 1971; Akira *et al.*, 1983)，小於最小生物成熟全長之尾數比率為 92.62% (Table 8)。但在覆蓋網內小於最小生物成熟全長之尾數的比率為 67.55%，此種特性對於真鯮資源之維護應是有助益的。刺鰺於逃逸率 50% 時之全長為 14.5 cm，其最小生物成熟全長為 19.3 cm (Wang and Chen, 1995)，小於最小生物成熟全長之尾數比率為 91.46%，而於覆蓋網內小於最小生物成熟全長之尾數之比率為 38.20%。大眼鯛及長體蛇鰻於逃逸率 50% 時之全長分別為 11.2 cm 及 23.7 cm，二者之最小生物成熟全長分別為 17.4 cm (Liu *et al.*, 1992) 及 28.0 cm (Okada and Kyoshin, 1955)，在覆蓋網內小於最小生物成熟全長之尾數的比率分別為 100.00% 及 54.43%。白帶魚之最小成熟全長為 68.0 cm (Chen and Lee, 1982; Jean and Lee, 1984)，其在覆蓋網內小於最小生物成熟全長之尾數的比率為 54.43%。黑鰻之最小生物成熟全長為 23.0 cm (Hwang and Chen, 1984)，在覆蓋網內小於最小生物成熟全長之尾數比率為 35.71%。至於白姑魚 (*Pennahia argentata*) 之最小生物成熟全長

為 16.0 cm (Tzeng and Liu, 1972)，而在覆蓋網內小於最小生物成熟全長之尾數比率為 12.9%。由前述在覆蓋網內小於最小生物成熟全長之比例，可以瞭解到目大 7 cm 之囊網，可讓前述經濟魚種尚未到達最小生物成熟全長之幼魚，有較高之機率逃生，對於資源維護有所助益。

三、網目選擇範圍之適用性

本次試驗使用目大 7 cm 之囊網探討其漁獲效果。Aoyama (1961) 認為網目選擇性試驗之結果會受到魚種別漁獲組成、覆蓋網之遮蔽效果、魚體體形等之影響，其中魚體體形之影響較大，本次所漁獲之黃土魴、尖嘴土魴、台灣琵琶魴、六斑二齒魴、平鰻等魚種，由於其體寬對全長之比率較大 (Table 6)，無法逸出至覆蓋網，因此該等魚類之逃逸機率無法在 logistic 函數方式下建立。相反地，白帶魚之體寬對全長之比率較小，其逃逸機率在體長組距上彼此差異不大，選擇性曲線近於水平方向，因此亦無法通過顯著水準之檢定。另一方面，鎖管、烏賊類因其體型結構特殊，所以該等漁獲物之選擇性曲線亦未能繪出。

本次試驗未能求出白姑魚及黑鯧之選擇線曲線，則係由於樣本數不足之關係。

綜合上述，目大 7 cm 之囊網可讓多數幼魚可有逃逸之機會，對於資源之維護確有助益，惟業者之漁獲量將會減少 40%，因此有關魚蝦分離網以及魚蝦分別管理之相關試驗，都必須持續探討，以利維護漁業資源之管理措施及早實施。

謝 辭

本研究承水產試驗所蘇所長偉成博士之鼎力支持與指導、海洋漁業組同仁吳繼倫博士、陳玉姬小姐等之協助，方得以順利完成，謹此敬致謝忱。另，研究期間承蒙頭城區漁會及「新遠發 63」號張船長錫瀛先生及全體船員之協助，特此一併致謝。

參考文獻

- Akira, O., K. Mutsutani and S. Umeda (1983) On the first year's growth, maturity and artificial spawning of cultured jack mackerel. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 49(4): 541-545.
- Allen, K. R. (1963) A method for computing the optimum size-limit for a fishery. *Nature*, 172
- Aoyama, T. (1961) The selection action of trawl nets and its application to the management of the Japanese trawl fisheries in the East China Sea and the Yellow Sea. *Bull. Seikei Reg. Res. Lab. Japan*, 23: 8-48.
- Aoyama, T. (1965) Selective action of trawl nets on fish. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 31(10): 848-859.
- Chen, W. Y. and S. C. Lee (1982) Age and growth of the ribbonfishes *Trichiurus* (Perciformes: Trichiuridae) of Taiwan. *Bull. Inst. Zool. Academia Sinica*, 21(1): 9-20.
- Chen, C. T. and Y. S. Chow (1987) The effect of mesh sizes on the shrimp catching efficiency of shrimp otter trawl. *J. Fish. Soc. Taiwan*, 14(1): 60-74.
- Chen, C. C. and Y. S. Chow (2001). Examining on the bycatch and discard catch of the shrimp beam trawl fishery in the coastal waters off Chiayi, Southwest Taiwan. *J. Fish. Soc. Taiwan*, 28(3): 229-248.
- Chen, C. T., Y. S. Lin, G. H. Lin and S. C. Lin (2000) The effects of fish-shrimp separator on catches in Taiwanese shrimp drag net. *J. Fish. Soc. Taiwan*, 27(2): 77-88.
- Chian, K. P., Y. S. Chow and C. T. Chen (1988) The study on the design and the separation efficiency of selective shrimp Trawl Net. *J. Fish. Soc. Taiwan*, 15(1): 82-94.
- Chow, Y. S. and K. Y. Hsieh (1979) The mesh selection of bottom trawl net – I (Primary report on the selection of cod end with 50mm mesh. *J. Fish. Soc. Taiwan*, 6(2): 42-58.
- Chow, Y. S. and W. C. Su (2002) Atlas of fishing gear and methods in Taiwan. FA • COA, 152-156.
- Chow, Y. S., C. C. Chen and C. T. Chen (1988) Mesh selection and optimum harvesting mesh size for the dominant species of demersal fish in the Taiwan strait. *J. Fish. Soc. Taiwan*, 15(1): 59-81.
- Chow, Y. S., S. C. Lin and T. S. Liu (1980) Mesh selection of the bottom trawl of Taiwan. *Sepec. Year. Rep. No. G3, NTOU*, 1-23.
- FA (2006) 2005 Year Book. FA • COA, Taiwan, 152-156.
- Hotta, H. and J. Nakashima (1971) Studies on the structure of the population of Jack mackerel, *Trachurus japonicus*, in the western seas of Japan – V. Analysis based on the spawning and maturity. *Bull. Seikei Reg. Res. Lab. Japan*, 39: 33-50.
- Huang, T. S. and Y. S. Chou (1992a) The effect of trawl codend design on selection characteristics. *J. Fish. Soc. Taiwan*, 19(2): 103-114.
- Huang, T. S. and Y. S. Chou (1992b) The study of fishing efficiencies of optimal mesh on 56 mm. *J. Fish. Soc. Taiwan*, 19(3): 211-222.
- Hwang, G. M. and C. T. Chen (1984) Fishery biology of black croaker, *Atrubucca nibe* (Jordan et Thompson) from the surrounding waters of Guei Shan Island, Taiwan. *J. Fish. Soc. Taiwan*, 11(2): 35-52.
- Jean, C. T. and S. C. Lee (1984) Reproduction biology of the ribbonfishes, *Trichiurus lepturus* and *T. japonicus* of Taiwan. *Bull. Inst. Zool. Academia Sinica*, 23(1): 9-20.
- Jean, C. T. and C. L. Kuo (1988) Study on trash fish resources in the northern waters of Taiwan – I Percentage of catch, species composition, length frequency distribution, relationship between body length and weight. *Bull. Taiwan Fish. Res. Inst.*, 44: 51-75.
- Kitahara, T. and T. Tokai (1991) Fisheries management and research- The survive method of limited resources. Shi-Shan Dou book company, Tokyo, 152-162.
- Lee, K. T. (2000) The multiple use fisheries in coastal waters of Taiwan. FA • COA, 732-733.
- Liu, K. M., C. T. Chen and S. J. Joung (1992) Some

- aspects on the fishery biology of big eye *Priacanthus macracanthus* in the TungKang waters, southwestern Taiwan. J. Fish. Soc. Taiwan, 19(4): 239-250.
- Liu, H. C., C. L. Kao, H. L. Lai, M. H. Chen, M. S. Su, C. C. Hsu and K. H. Jeng (1978) Studies on demersal fish resources of Taiwan baby trawl fishery. Bull. Taiwan Fish. Inst., 30: 221-280.
- Lyons, N. I. (1981) Comparing diversity indices based on counts weighted by biomass or other important values. Am. Nat., 118: 438-442.
- Okada, R. and K. Kyoshin (1955) Studies on the stock of the lizard-fish, *Saurida tumbil*, in the East China Seas (1). Bull. Seikei Reg. Res. Lab. Japan, 7: 93-125.
- Porter, J. W. (1972) Patterns of species diversity in Caribbean reef corals. Ecology, 53(4): 745-748.
- Tokai, T. and T. Kitahara (1989) Methods of determining the mesh selectivity curve of trawl net. Nippon Suisan Gakkaishi, 55(4): 643-649.
- Tzeng, W. N. and H. C. Liu (1972) Maturity and fecundity of white croaker, *Argyrosomus argentatus* (Houttuyn), in the East China Sea and the Taiwan strait. J. Fish. Soc. Taiwan, 1(2): 20-30.
- Wang, S. B. and C. T. Chen (1995) Reproductive biology of Japanese butterfish *Psenopsis anomala* (Stromateidae) from coastal waters of northeastern Taiwan. Fish. Res., 23: 121-147.
- Wu, C. C. (1982) Applied linear statistical models-regression, analysis of variance, and experimental designs. Fuh-Wen Book Sellers, 397-409.
- Wu, C. C., J. C. Lin, C. S. Huang, S. H. Hsieh and W. C. Su (2004) Studies on the composition and catching of trash fishes by small trawlers of TungKang in Taiwan. J. Taiwan Fish. Res., 12(1): 11-23.
- Yamamoto, T. (1994) Fisheries management in the world – Fisheries and fisheries management in Taiwan. Oversea Fisheries Association in Japan, 630-649.

Study on Resources of Demersal Fish in Yilan Bay – Mesh Selection of Trawl Net

Shaur-Sheen Chyn, Chia-Lin Lee, Shih-Tsung Hwang, Wei-Fu Kang,
Shy-Yu Hwang and Yu-Tsu Wang^{*}

Marine Fisheries Division, Fisheries Research Institute

ABSTRACT

In order to reduce the catch rate of immature fish caught by baby bottom trawler in Yilan bay, this study was to conduct a mesh selectivity experiment with the cover net method during November 2 - December 16, 2004. The mesh size of trawl net at cod end was 7 cm and its outside attached cover net was 3 cm. There are 14 species of fishes and 6 species of shrimps were measured by their selection span which based on their linear biomass were equal and greater 0.5 with a significant difference less than 5% in logistic regression analysis. The fishing efficiency of mesh size of 7 cm and the selection span was differed with the ratio of body width to total length. There were 67.55% of Japanese jack mackerel (*Trachurus japonicus*) escaped from cod net into cover net. The escape rate for other fishes, Japanese butterfish (*Psenopsis anomala*), Red bigeye (*Priacanthus macracanthus*), Largehead hairtail (*Trichurus lepturus*), Blackmouth croaker (*Atrubucca nibe*) and Brushtooth lizardfish (*Saurida undosquamis*) was 38.20, 100.00, 54.60, 35.71 and 54.43%, respectively.

Key words: mesh selectivity, cover net, escape rate, Yilan Bay

^{*}Correspondence: Marine Fisheries Division, Fisheries Research Institute, 199 Hou-lh Road, Keelung 202, Taiwan.
TEL: (02) 2462-2101; FAX: (02) 2463-3110; E-mail: ytwang@mail.tfrin.gov.tw