

高屏海域仔稚魚群聚之種類組成及季節變化

謝泓諺¹ · 羅文增^{2*} · 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國立中山大學海洋生物科技暨資源研究所

摘 要

本研究之目的係探討高屏沿岸海域仔稚魚之種類組成和數量分布及其與溫度、鹽度、葉綠素 a、橈足類豐度與海流等水文環境或生物因子之相關性。由 1999 年 6 月至 2001 年 6 月期間，於高屏海域 7 個測站所做的調查研究，共發現仔稚魚 69 科 130 屬 184 種，測站平均豐度為 391 ± 75 ind/100m³。整體來看，仔稚魚豐度呈現明顯的季節性變化，於冬季（12 月）時最低，然後逐漸增加，夏季（6 月）時達到最高峰。仔稚魚主要物種為 *Sillago japonica*、*Engraulis japonicus*、*Tridentiger obscurus*、unidentified Gobiidae、*Pagrus major*、*Scomberoides lysan*、*Leiognathus nuchalis*、*Ceratoscopelus warmingi*、*Scatophagus argus* 及 *Diogenichthys laternatus*，這 10 個魚種佔仔稚魚總數的 67%。多數之優勢種仔稚魚豐度與水域溫度、葉綠素 a 及橈足類豐度成顯著正相關，與鹽度成顯著負相關，推測高屏海域仔稚魚群聚組成及豐度之分布情形，明顯受乾、溼季降雨量多寡及浮游生物數量的影響。

關鍵字：仔稚魚、高屏海域、種類組成、季節變化

前 言

海洋、河口、沿岸海域、兩側洄游及淡水魚類，大多以河口域為主要哺育場 (Nursery ground)，許多魚類的初期生活史是在河口域度過。由於河川會帶來大量陸源性營養物質，使河口域成為海洋生物種歧異度 (Neria *et al.*, 1992) 和生產量較高地區，加上水淺及濁度高所造成的良好隱蔽性，使大部分捕食者不喜靠近或難以進行捕食，所以仔稚魚在河口域得以快速成長且死亡率較低，因此河口域的仔稚魚物種和數量經常非常豐富；而由仔稚魚數量的時空分布情形，便可推測其成魚產卵場和產卵期 (Wang *et al.*, 1991)。

國內關於河口域仔稚魚之相關研究相當豐富，如曾等 (1985) 調查台灣北部淡水河及雙溪河

口域仔稚魚種類組成之季節變動情形，發現兩河口域的仔稚魚種類組成及出現數量有顯著差異，淡水河河口多為沙岸性種類，而雙溪河口則以沿岸洄游性魚種為主；Chiu and Chang (1993) 及 Tzeng *et al.* (1997) 分別在宜蘭灣附近海域研究，其中 Chiu and Chang 依仔稚魚之垂直分布情形，歸納出中底水層洄游、全水層洄游及全水層洄游但表水密度較低者三種垂直洄游類型，而 Tzeng 等則發現仔稚魚豐度隨海水溫度升高而增加，於 5 月時達到最高峰，且仔稚魚之分布模式與浮游動物豐度相吻合；Tzeng *et al.* (2002) 於雙溪、公司田溪、大肚溪及東港溪等 4 個河口研究發現，4 個河口之仔稚魚種類組成明顯不同，南部河口之仔稚魚種歧異度明顯高於北部。

高屏海域之水文狀態因季節性流入水團的不同而有所差異。冬季時主要是受到源自於菲律賓東方北赤道洋流高溫高鹽的黑潮支流 (Kuroshio Branch Current) 的影響，夏季時則是受高溫低鹽之南中國海表層水 (South China Sea Surface Current) 所支配 (Jan *et al.*, 2006)。此外，高屏海

*通訊作者 / 高雄市鼓山區蓮海路 70 號, TEL: (07) 525-2000; FAX: (07) 525-5020; E-mail: lowen@mail.nsysu.edu.tw

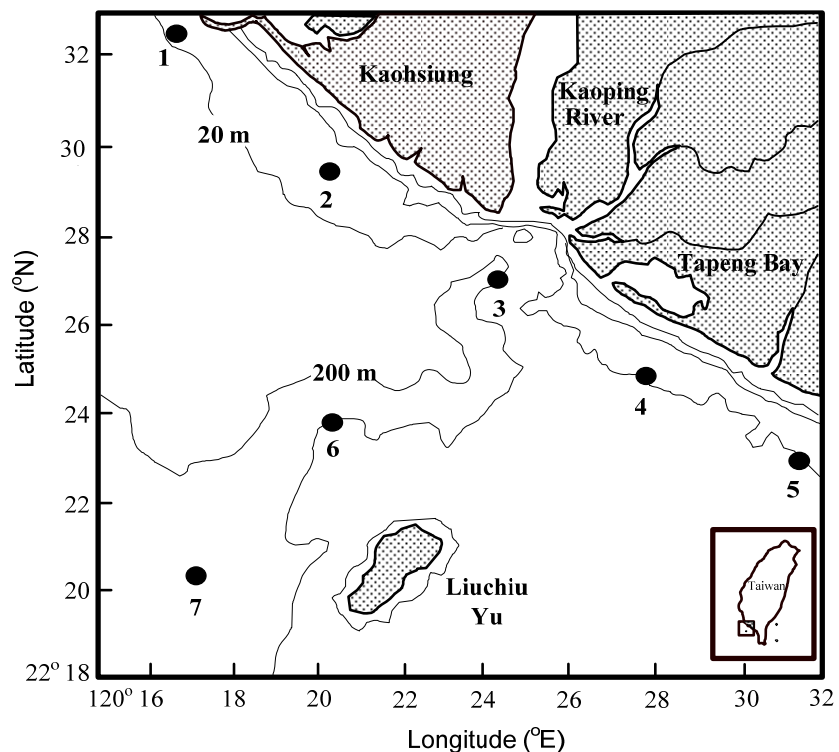


Fig. 1 Sampling stations in the water southwest of Taiwan during the cruises of June 1999 to June 2001.

域乾季時平均月降雨量低於 50 mm，溼季時平均月降雨量則超過 100 mm，如此鮮明的乾溼季之分，亦對該海域之水文環境造成影響。

本研究之主要目的係探討高屏沿岸海域仔稚魚豐度及種類組成的變化情形，並希望釐清水文環境變動對仔稚魚群聚分布所帶來的影響。

材料與方法

一、採樣時間與方法

本研究是利用海研三號研究船，於 1999 年 6 月至 2001 年 6 月期間，每 3 個月於高屏海域 7 個測站進行表層 (0 ~ 3 m) 之水平拖網 (Fig. 1)，共計採得 62 個樣本。使用網具為 1 公尺網 (網徑 1 m，網長 4.5 m，網目 330 μ m)，拖網時間約 10 分鐘，船速保持在 2 節左右，另於網口裝置 Hydro-Bios 流量計，以估算流經網口之水量，另使用海研三號船上之溫鹽深儀 (SeaBird SBE-911PLUS) 進行溫、鹽度等水文環境因子的測定。浮游動物樣本以濃度 5~10% 的中性福馬林固定保存，攜回實驗室以解剖顯微鏡進行仔稚魚之鏡檢工作，並改以 70% 的酒精浸泡保存，然

後依分類圖鑑盡可能鑑定至種的層級。

二、資料分析

鑑定完成之樣本經公式換算後，以 ind. (individuals)/100m³ 作豐度的單位，並使用 Shannon's diversity index (H') (Shannon and Weaver, 1949) 計算各測站仔稚魚的豐富程度，計算公式如下：

$$H' = - \sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i$$

$$\text{式中 } P_i = \frac{n_i}{N}$$

n_i ：某一樣品中第 i 種的個體數

N ：某一樣品中的總個體數

n ：樣品中的種類數

在進行統計分析工作之前，先將仔稚魚豐度 (n) 轉換成對數值 $\log(n+1)$ 並經標準化，以縮小彼此之間的差異。仔稚魚之站群及種群分析，是使用 SYSTAT 10.2 的 Euclidean distance 分析方式先計算彼此間的相似距離，再以 Ward's linkage method (Everitt, 1974) 繪製關係樹狀圖。此外，亦

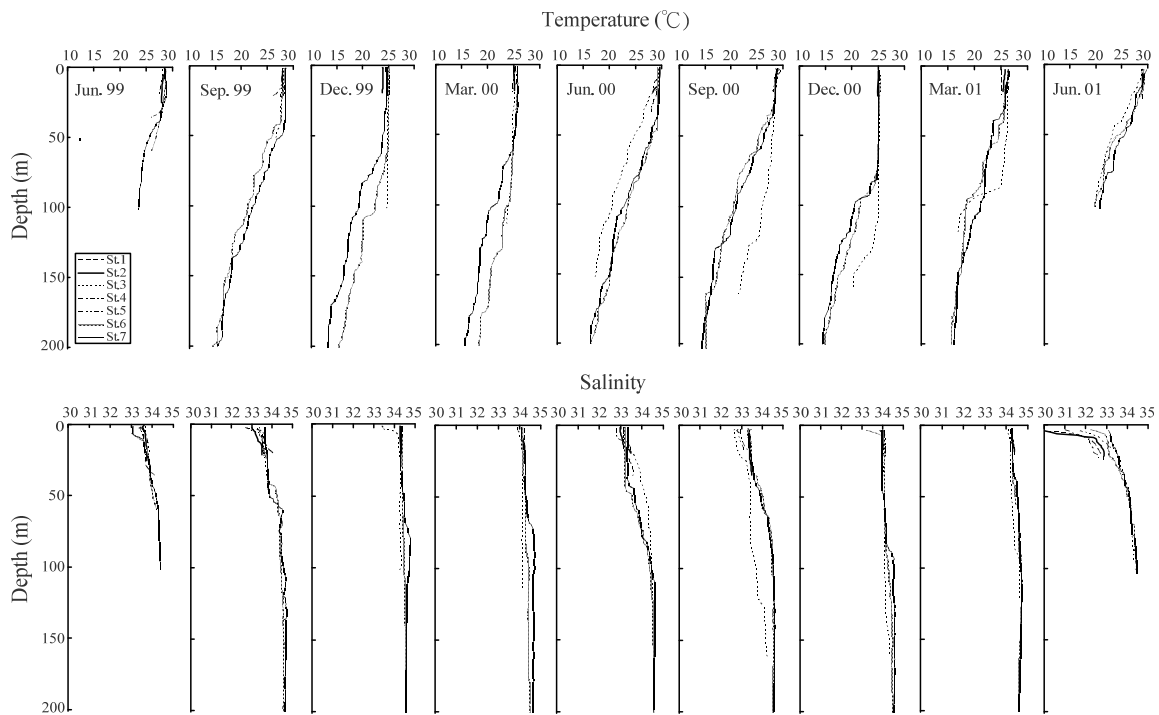


Fig. 2 Vertical profiles of seawater temperature and salinity for the 7 sampling stations during June 1999 to June 2001.

使用 SPSS 8.0 的變方分析 (ANOVA) (Dunn and Clark, 1974) 檢測仔稚魚豐度於測站及季節是否有所差異 (信心水準為 95%)，若檢測結果有顯著差異，則進一步使用鄧肯氏多域分析法 (Duncan's multiple range test) 分析不同測站與季節間的差異情形。最後，使用線性迴歸分析法 (Linear regression analysis)，探討仔稚魚主要優勢種豐度及總豐度與不同水文環境因子及浮游動物豐度間的相關性，以釐清各種因子對於仔稚魚豐度分布的影響，統計分析中顯著水準皆定為 $P < 0.05$ 。

結 果

一、水文環境

1999 年 6 月至 2001 年 6 月高屏海域各測站海水年平均溫度為 $27.3 \pm 0.2^\circ\text{C}$ ，夏季 (6 月) 平均溫為 $29.0 \pm 0.5^\circ\text{C}$ ，冬季 (12 月) 為 $24.8 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 。由不同季節各測站海水溫度之垂直剖面分析圖可知 (Fig. 2)，南北測線的 5 個測站 (測站 1 ~ 5) 中，表水溫度有偏南測站 (測站 4、5) 高於偏北測站 (測站 1、2、3) 的現象。其中，測站 3 在 1999 ~

2001 年的 3 個夏季航次於水深 20 m 以深處溫度下降的非常快，溫躍層明顯；在 2000 年 9 月、12 月及 2001 年 3 月的 3 個航次中，也分別於水深 30、120 及 90 m 處有一明顯溫躍層，但其他 4 個近岸測站則無此現象。此外，測站 3 在夏、秋 (9 月) 兩季其混合層深度僅 20 ~ 30 m 深，但到了春 (3 月)、冬兩季時則可降至 90 ~ 130 m，有明顯季節變化。離岸測線 (測站 3、6、7) 方面，海水溫度有向離岸遞增的現象，且測站 6 及 7 也有明顯溫躍層存在，但其深度會隨著季節改變而有所不同。夏季時溫躍層深度為 20 ~ 40 m，春、秋季時略微下降至 30 ~ 50 m，冬季更降至水深 70 ~ 80 m 處。另外，測站 6 及 7 在春、夏及秋季水溫於水深 30 或 50 m 以淺處變化不大，混合層明顯；冬季時，混合層深度則會降至 70 ~ 90 m 處，與春、夏及秋季明顯不同。

鹽度方面 (Fig. 2)，表水年平均鹽度為 33.4 ± 0.2 ，夏季為 32.6 ± 1.2 ，冬季為 34.0 ± 0.2 。在 1999 ~ 2001 年 3 個夏季航次中，各測站於水深 70 m 以淺處鹽度變化非常劇烈，直至 70 m 以深處才逐漸趨於穩定；在 2 個秋季航次中，各測站於水深 50 ~ 70 m 以淺處之鹽度明顯較低，而測站 3 及測站 6

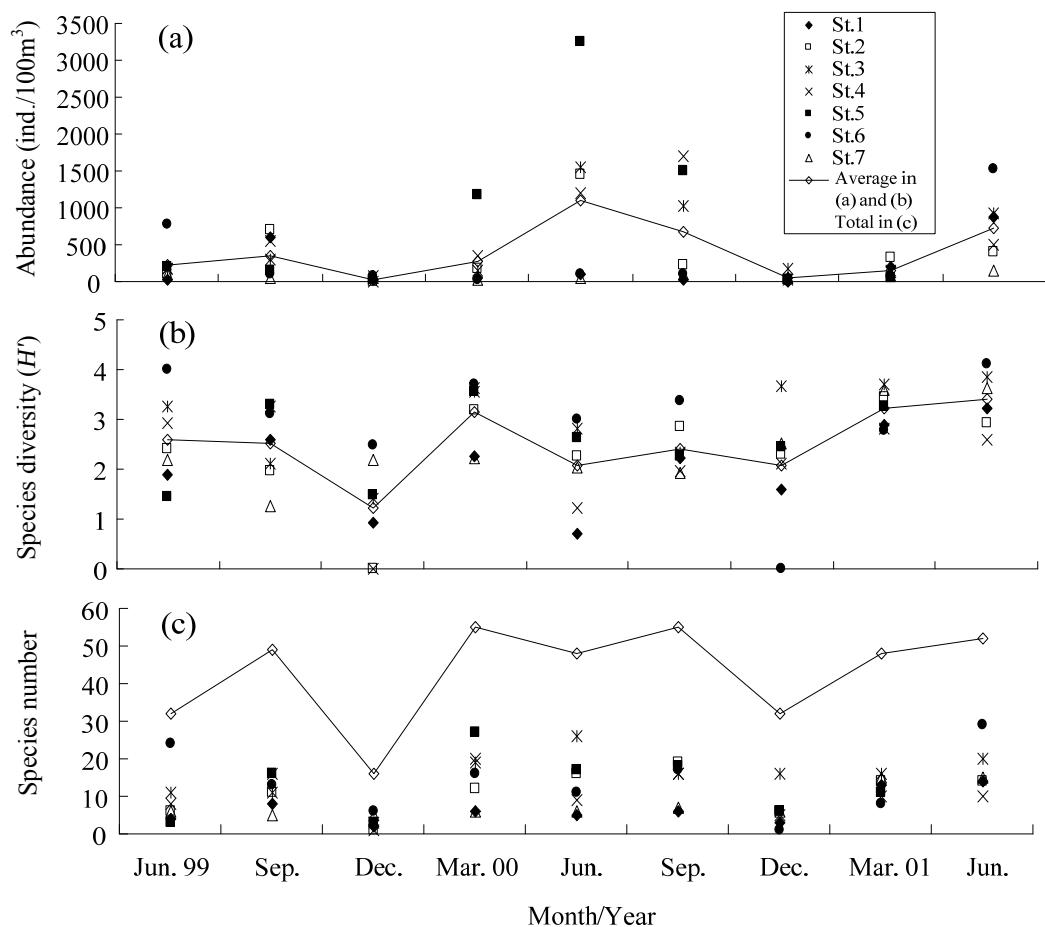


Fig. 3 (a) Abundance (ind./100 m³; Mean $\pm$ SE), (b) species diversity (H') and (c) species number of ichthyoplankton collected in the water southwest of Taiwan during June 1999 to June 2001.

分別於 1999 年 12 月和 2000 年 12 月航次中，其鹽度於水深 10 m 以淺處亦有類似情形。至於在不同測站間的差異方面，南北測線除測站 3 之表層水鹽度於 1999 年 12 月時明顯較另外 4 個測站低外，其他季節之差異不大；在離岸測站間，則會隨著離岸愈遠而逐漸增加。

二、仔稚魚豐度之時空變化

本研究共鑑定出仔稚魚 69 科 130 屬 184 種，年平均豐度為 391 ± 75 ind./100m³，各季各測站之豐度變化情形如 Table 1 所示。由雙向變方分析 (ANOVA) 結果顯示，仔稚魚豐度於季節間有顯著差異存在 ($P < 0.01$)，於測站間則無 ($P = 0.235$)；此外，由 Duncan's 多變距測驗新法的結果可知，高屏海域夏季及冬季之仔稚魚豐度明顯不同 (Table 2)。由 Fig. 3a 可以發現，仔稚魚豐度呈現

明顯季節變化，於冬季時最低，然後逐漸增加，至夏季時達到最高；在不同測站間，以測站 5 的平均豐度最高 (796 ± 382 ind./100m³)，測站 1 最低 (212 ± 104 ind./100m³)，相差了 4 倍左右。

仔稚魚之種歧異度指數平均為 2.3 ± 1.0 ，除冬季時略低外，並無明顯季節變化 (Fig. 3b)。不同測站之種歧異度變化情形，南北測線間似乎有愈往南種歧異度愈高的趨勢，但以測站 3 的種歧異度最高，為 3.0 ± 0.3 ；離岸測線各測站則有離岸愈遠種歧異度愈低的現象 (Table 1)。

出現種類數部分，一般來說亦以冬季較低，其他 3 季差異不大 (Fig. 3c)。於測站間的變化方面，南北測線間除測站 3 為最高外 (平均 15 ± 2 ，共 78 種)，大致上有愈往南物種愈多的趨勢；而離岸測線間則有離岸愈遠種類數愈少的情形，雖然測站 6 (平均 14 ± 3 ，共 85 種) 之物種數較測站 3

Table 1 Mean abundance (ind./100m³), mean species diversity, and mean species number of ichthyoplankton at each sampling station during June 1999 to June 2001

Time/Station	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7
Jun. 99	30	107	163	168	209	776	112
Sep. 99	604	692	311	551	148	88	50
Dec. 99	17	8	80	6	16	66	48
Mar. 00	38	178	157	357	1178	29	30
Jun. 00	102	1444	1552	1195	3248	90	50
Sep. 00	37	216	1028	1708	1496	112	92
Dec. 00	7	18	163	29	22	3	38
Mar. 01	195	325	138	123	53	74	85
Jun. 01	875	399	918	493	nd	1525	149
Mean abundance (Mean $\pm$ SE)	212 $\pm$ 104	376 $\pm$ 151	501 $\pm$ 177	514 $\pm$ 193	796 $\pm$ 382	307 $\pm$ 172	73 $\pm$ 13
Species diversity (Mean $\pm$ SE)	2.0 $\pm$ 0.3	2.4 $\pm$ 0.3	3.0 $\pm$ 0.3	2.3 $\pm$ 0.4	2.5 $\pm$ 0.3	3.0 $\pm$ 0.4	2.4 $\pm$ 0.3
Species number (Mean $\pm$ SE)	7 $\pm$ 1	11 $\pm$ 2	15 $\pm$ 2	11 $\pm$ 2	13 $\pm$ 3	14 $\pm$ 3	8 $\pm$ 1

nd: no data

Table 2 Results of ANOVA and Duncan's analyses of the abundances in the different seasons and stations during June 1999 to June 2001

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F	P	Separation
Corrected total	61	21.48				
Season	3	4.65	15.48	4.62	0.008**	D ^a M ^{ab} S ^{bc} J ^c
Station	6	2.86	4.77	1.42	0.235	
Season*Station	18	2.94	1.63	0.49	0.947	
Error	34	11.4	3.35			

M: March; J: June; S: September; D: December

**: P < 0.01

高，但測站 7 (平均 8 ± 1 ，共 53 種) 相較於測站 6 則明顯低了許多 (Table 1)。

三、仔稚魚之種類組成

仔稚魚主要優勢種以沙鯪科 (Sillaginidae) 的青沙鯪 (*Sillago japonica*) (86 ± 29 ind./100m³) 及鯷科 (Engraulidae) 的日本鯷 (*Engraulis japonicus*) (83 ± 32 ind./100m³) 豐度最大，各佔仔稚魚總豐度的 22.1% 和 21.2%；其他較常見種類包括鰕虎科 (Gobiidae) 的暗縞鰕虎魚 (*Tridentiger obscurus*) (4.7%) 和 unidentified Gobiidae (4.0%)，

鯛科的嘉鱾魚 (*Pagrus major*) (3.7%)，鰺科 (Carangidae) 的逆鈎鰺 (*Scomberoides lysan*) (2.6%)，鰻科 (Leiognathidae) 的頸帶鰻 (*Leiognathus nuchalis*) (2.4%)，燈籠魚科 (Myctophidae) 的瓦氏角燈魚 (*Ceratoscopelus warmingi*) (2.3%)，金錢魚科 (Scatophagidae) 的金錢魚 (*Scatophagus argus*) (2.3%) 及燈籠魚科的朗明燈魚 (*Diogenichthys laternatus*) (2.0%)。這前 10 個優勢種合計佔仔稚魚總豐度的 67%，但普遍來說出現率均不高，僅日本鯷及 unidentified Gobiidae 出現率超過 50% (Table 3)。

優勢種在不同季節之分布情況 (Fig. 4)，第一優勢種青沙鯪有明顯季節變化，除於 2001 年 6 月數量較少外，大致呈現夏、秋季高而春、冬季低的現象；第二優勢種日本鯷之季節變化雖不若青

沙鯪明顯，但整體來看，仍有夏、秋季較高且春、冬季較低的趨勢；其他幾個主要優勢種豐度之季節分布趨勢並不規則，但似乎均有於春、冬季時豐度較低的情形。

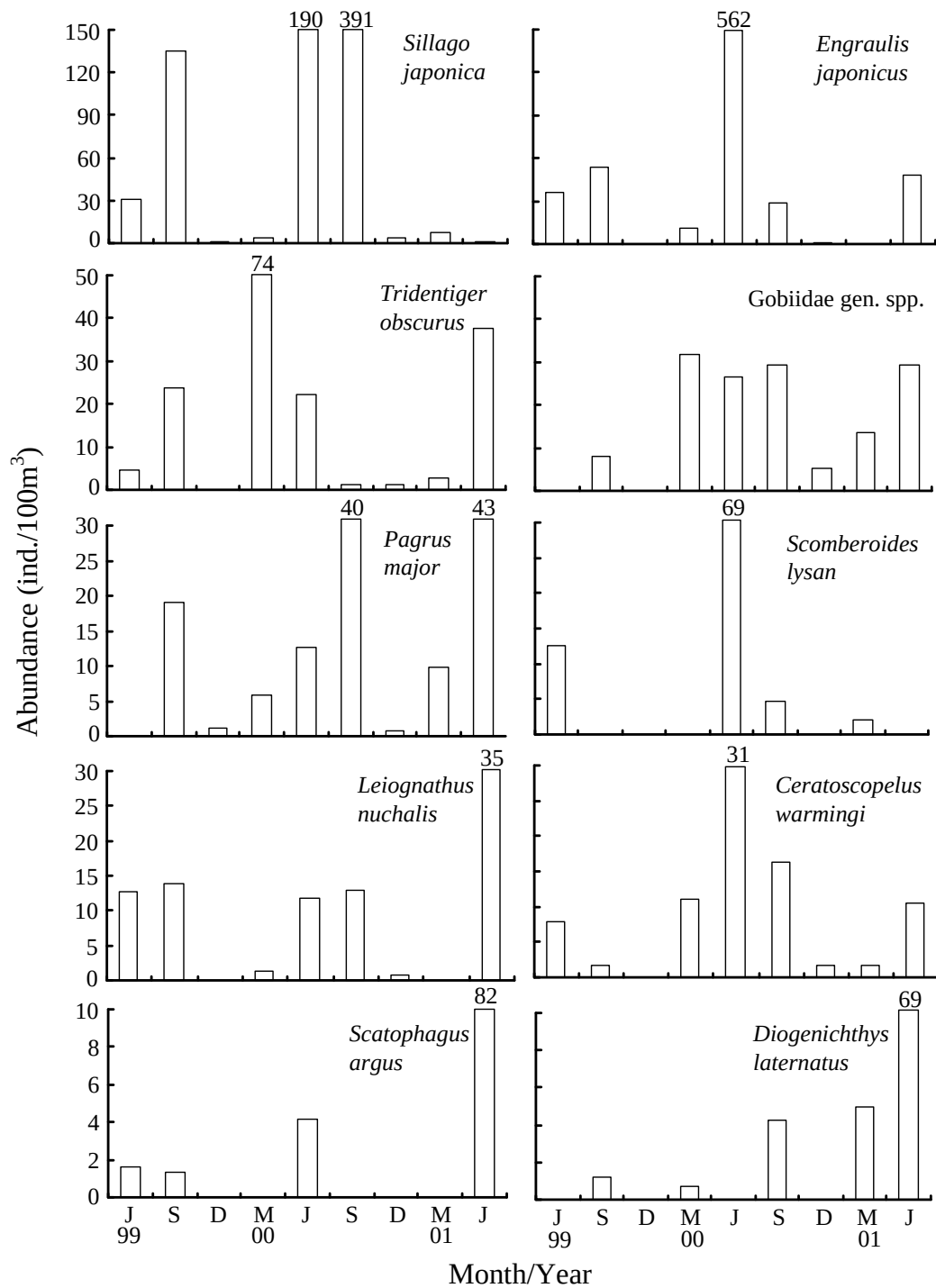


Fig. 4 Abundances (ind./100m³) of the 10 dominant species of ichthyoplankton during June 1999 to June 2001. M: March; J: June; S: September; D: December.

Table 3 The 15 dominant species of ichthyoplankton with their average relative abundance (%) in each season during June 1999 to June 2001

Spring	%	Summer	%	Autumn	%	Winter	%	Overall	%
<i>Tridentiger obscurus</i>	18.20	<i>Engraulis japonicus</i>	32.93	<i>Sillago japonica</i>	51.57	<i>Stomias nebulosus</i>	17.12	<i>Sillago japonica</i>	22.05
Gobiidae gen. spp.	10.77	<i>Sillago japonica</i>	11.40	<i>Engraulis japonicus</i>	8.09	Gobiidae gen. spp.	7.07	<i>Engraulis japonicus</i>	21.23
<i>Cyclothone alba</i>	4.61	<i>Scomberoides lysan</i>	4.20	<i>Pagrus major</i>	5.80	<i>Corypaena hippurus</i>	6.85	<i>Tridentiger obscurus</i>	4.69
Blenniidae gen. sp.	4.04	<i>Scatophagus argus</i>	3.93	Gobiidae gen. spp.	3.67	<i>Sillago japonica</i>	6.64	Gobiidae gen. spp.	4.04
<i>Auxis rochei</i>	3.92	<i>Megalops cyprinoides</i>	3.28	<i>Leiognathus nuchalis</i>	2.64	Mullidae gen. spp.	4.25	<i>Pagrus major</i>	3.65
<i>Pagrus major</i>	3.71	<i>Tridentiger obscurus</i>	3.03	<i>Tridentiger obscurus</i>	2.46	<i>Goniistius zonatus</i>	4.23	<i>Scomberoides lysan</i>	2.56
<i>Terapon theraps</i>	3.68	<i>Diogenichthys laternatus</i>	3.02	<i>Acanthopagrus latus</i>	2.34	<i>Seriola dumerili</i>	3.48	<i>Leiognathus nuchalis</i>	2.39
<i>Ceratoscopelus warmingi</i>	2.99	<i>Leiognathus nuchalis</i>	2.77	<i>Ceratoscopelus warmingi</i>	1.76	<i>Entomacrodus lighti</i>	2.94	<i>Ceratoscopelus warmingi</i>	2.30
<i>Omobranchus</i> sp.	2.93	<i>Mene maculata</i>	2.74	<i>Maurolicus</i> sp.	1.56	<i>Acanthopagrus latus</i>	2.78	<i>Scatophagus argus</i>	2.25
<i>Engraulis japonicus</i>	2.70	Gobiidae gen. spp.	2.65	<i>Decapterus maruadsi</i>	1.40	<i>Acanthopagrus schlegeli</i>	2.78	<i>Diogenichthys laternatus</i>	2.02
Mullidae gen. sp.1	2.69	<i>Pagrus major</i>	2.55	<i>Entomacrodus lighti</i>	0.98	<i>Neoscopelus microchir</i>	2.71	<i>Acanthopagrus latus</i>	1.84
<i>Sillago japonica</i>	2.55	<i>Ceratoscopelus warmingi</i>	2.44	<i>Upeneus bensasi</i>	0.89	<i>Pagrus major</i>	2.49	<i>Megalops cyprinoides</i>	1.84
<i>Gempylus serpens</i>	1.90	<i>Acanthocephala krusensterni</i>	2.17	<i>Terapon jarbua</i>	0.89	<i>Ceratoscopelus warmingi</i>	2.23	<i>Mene maculata</i>	1.60
Myctophidae gen. sp.	1.81	<i>Benthoosema fibulatum</i>	1.82	<i>Cyclothone alba</i>	0.72	<i>Decapterus macarellus</i>	2.16	<i>Cyclothone alba</i>	1.32
<i>Scopelosaurus</i> sp.	1.76	<i>Acanthopagrus latus</i>	1.58	Carangidae gen. spp.	0.71	Mullidae gen. sp.1	2.16	<i>Acanthocephala krusensterni</i>	1.27
Total	68.24		80.52		85.47		69.88		75.05

四、仔稚魚之站群及種群分析

由群聚分析法探討高屏海域仔稚魚種類群聚在不同季節及測站間的變異情形 (Fig. 5)，可將其分為 2 個樣本群 (Linkage distance 取 10)，分別為 SA 群 (夏秋群) 及 WS 群 (冬春群)。其中，SA 群包含了 26 個測站，明顯是以 6 月及 9 月的樣本為主，且大多數為近岸測站，屬於夏秋季近岸類群；WS 群則包含了另外的 36 個測站，可以發現以 3 月及 12 月的樣本為多，仔稚魚豐度相對偏低，而各測站間並無明顯的近遠岸差異，屬於冬春季群。

種群分析 (相對豐度 > 0.4% 的魚種) 部分可劃分為 A、B、C 及 D 四群 (Linkage distance 取 1) (Fig. 6)，其中 B 群再分為 B1 及 B2 兩個子群

(Linkage distance 取 0.5)。A 群包含 5 種仔稚魚，於 2001 年 6 月時均有大量出現的現象，但在測站間則無明顯差異；B1 群包含 13 種仔稚魚，其豐度皆明顯較低，僅佔總豐度的 0.44 ~ 0.85%，於不同季節及測站間之分布情形也不規律；B2 群有 10 種仔稚魚，其中的 unidentified Blenniidae、*Omobranchus* sp. 及 *Cyclothone alba* 於 2000 年 3 月時出現最大數量，其他 7 種則於 2000 年 6 月或 9 月有較高豐度，而此 10 個魚種的共同處是冬季時豐度甚少或無；C 群有 4 種仔稚魚，其豐度均有夏、秋季高冬季低的現象，而測站間之差異則不大；D 群包含日本鯷及青沙鯪兩個最主要優勢魚種，其數量明顯較多，且經常在夏、秋季達到高峰。

Fig. 5 Dendrogram of station associations by Ward's linkage cluster analysis based on similarity matrix of logarithmic abundance of ichthyoplankton during June 1999 to June 2001. The 1st number represents years, 9: 1999, 0: 2000, 1: 2001; the 2nd word represents months, M: March, J: June, S: September, D: December; the 3rd number represents stations.

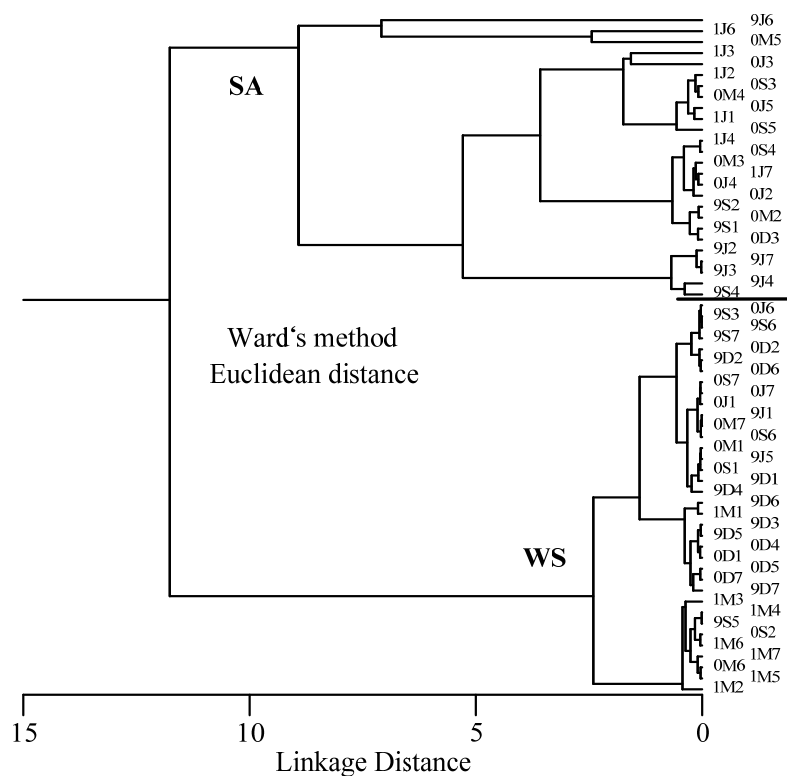


Table 4 Simple linear regression coefficients between abundances of the 10 most dominant ichthyoplankton species and environmental variables during June 1999 to June 2001

Species	Temperature	Salinity	Chlorophyll <i>a</i>	Copepod
<i>Sillago japonica</i>	7.834**	-1.719	3.471	1.546
<i>Engraulis japonicus</i>	8.946**	-1.320	0.636	3.444
<i>Tridentiger obscurus</i>	-0.027	-0.040	8.096**	0.212
Gobiidae gen. spp.	1.314	-1.724	6.976*	1.656
<i>Pagrus major</i>	4.259	-20.431***	8.064**	14.562**
<i>Scomberoides lysan</i>	6.622**	-0.602	-0.114	0.089
<i>Leiognathus nuchalis</i>	5.233*	-7.287**	7.603**	2.527
<i>Ceratoscopelus warmingi</i>	7.815**	-0.861	0.044	-0.265
<i>Scatophagus argus</i>	4.132*	-34.798***	0.459	6.375*
<i>Diogenichthys laternatus</i>	5.246*	-92.626***	0.760	27.471***
Total larval fish	16.291***	-10.289**	6.367*	7.770*

* $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$

五、與水文環境因子之相關性

以線性迴歸分析探討溫度、鹽度、葉綠素 *a* 及橈足類豐度對仔稚魚豐度之影響 (Table 4)，發現仔稚魚總豐度與溫度、葉綠素 *a* 及橈足類豐度成顯著正迴歸 ($P < 0.05$)，與鹽度成顯著負迴歸 ($P < 0.01$)。在優勢種與環境因子之迴歸關係方面，大

多數優勢種如青沙鯪、日本鯷、逆鈎鯨、頸帶鰻、瓦氏角燈魚、金錢魚及朗明燈魚與溫度成顯著正迴歸 ($P < 0.05$)，嘉鱚魚、頸帶鰻、金錢魚及朗明燈魚與鹽度成顯著負迴歸 ($P < 0.01$)，暗縞鰕虎魚、unidentified Gobiidae、嘉鱚魚及頸帶鰻與葉綠素 *a* 成顯著正迴歸 ($P < 0.05$)，嘉鱚魚、金錢魚及朗明燈魚與橈足類豐度成顯著正迴歸 ($P < 0.05$)。

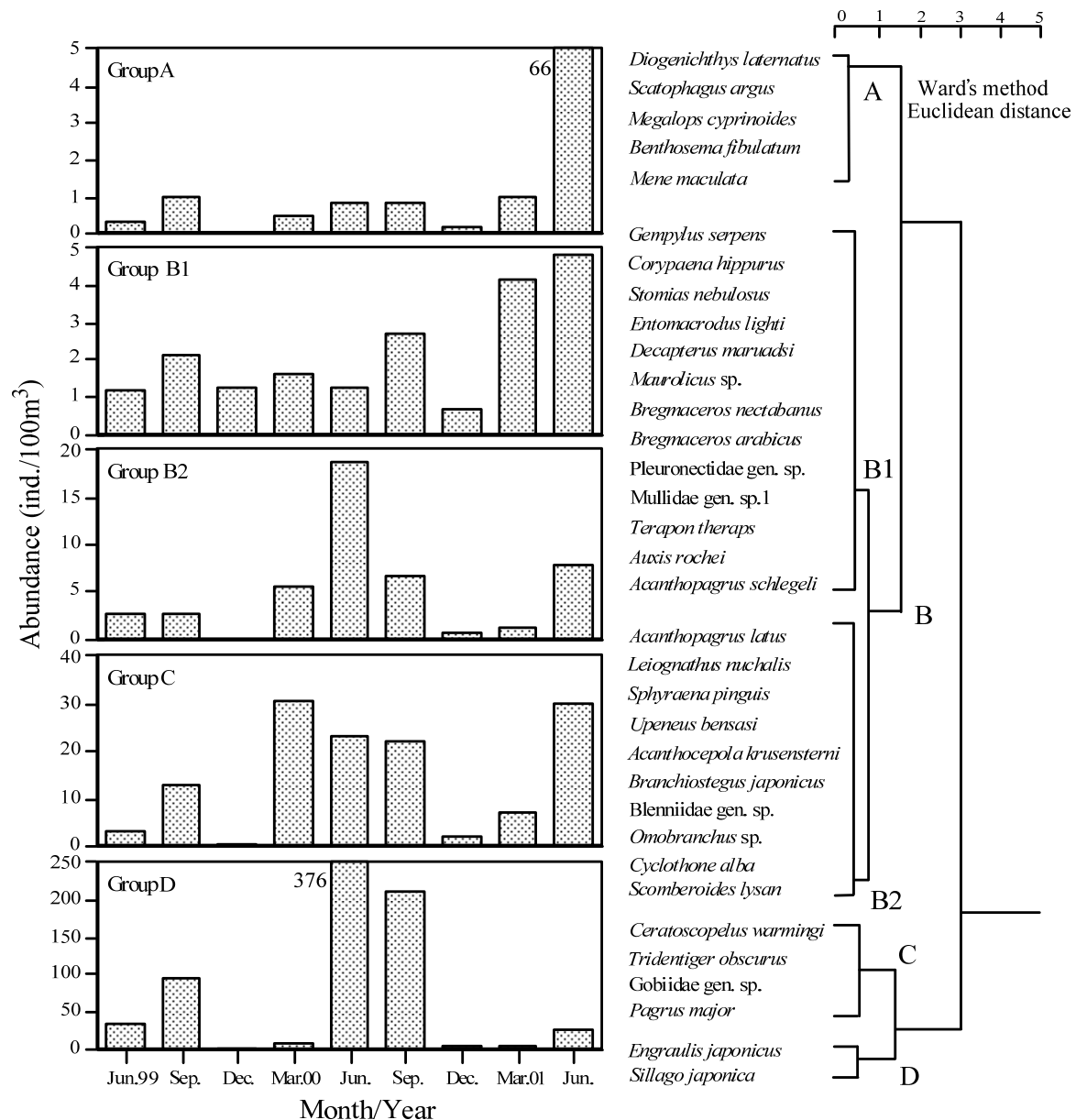


Fig. 6 Dendrogram of ichthyoplankton species groups by ward's linkage cluster analysis based on similarity matrix of relative abundance (>0.4%) of the 34 larval fish species during June 1999 to June 2001.

討 論

由不同季節各測站與黑潮 (Kuroshio Current) 及南中國海表層水 (South China Sea Surface Current) 所繪製之 T-S 圖可發現 (Fig. 7), 高屏海域明顯受到高溫高鹽之黑潮支流及高溫低鹽之南海水交互作用的影響, 無論夏季或冬季海水溫度皆可達 25 °C 以上, 但鹽度於不同季節則略有差

異。進一步比較不同季節海水溫度可知, 夏、秋季時表水層溫度介於 28 ~ 30 °C 之間, 春、冬季時則下降至 25 °C 左右, 有明顯的季節性差異。陳等 (1990) 研究指出, 高屏沿岸海域於夏季時會有較高溫的海水流入。由 Fig. 2 顯示, 沿岸測站 1 ~ 5 於夏季時表水溫度確實高於遠岸測站 6 及 7, 且有愈往南溫度愈高的趨勢; 而離岸測站間雖無明顯不同, 但測站 6 及 7 於水深 40 m 以深處常有溫度急

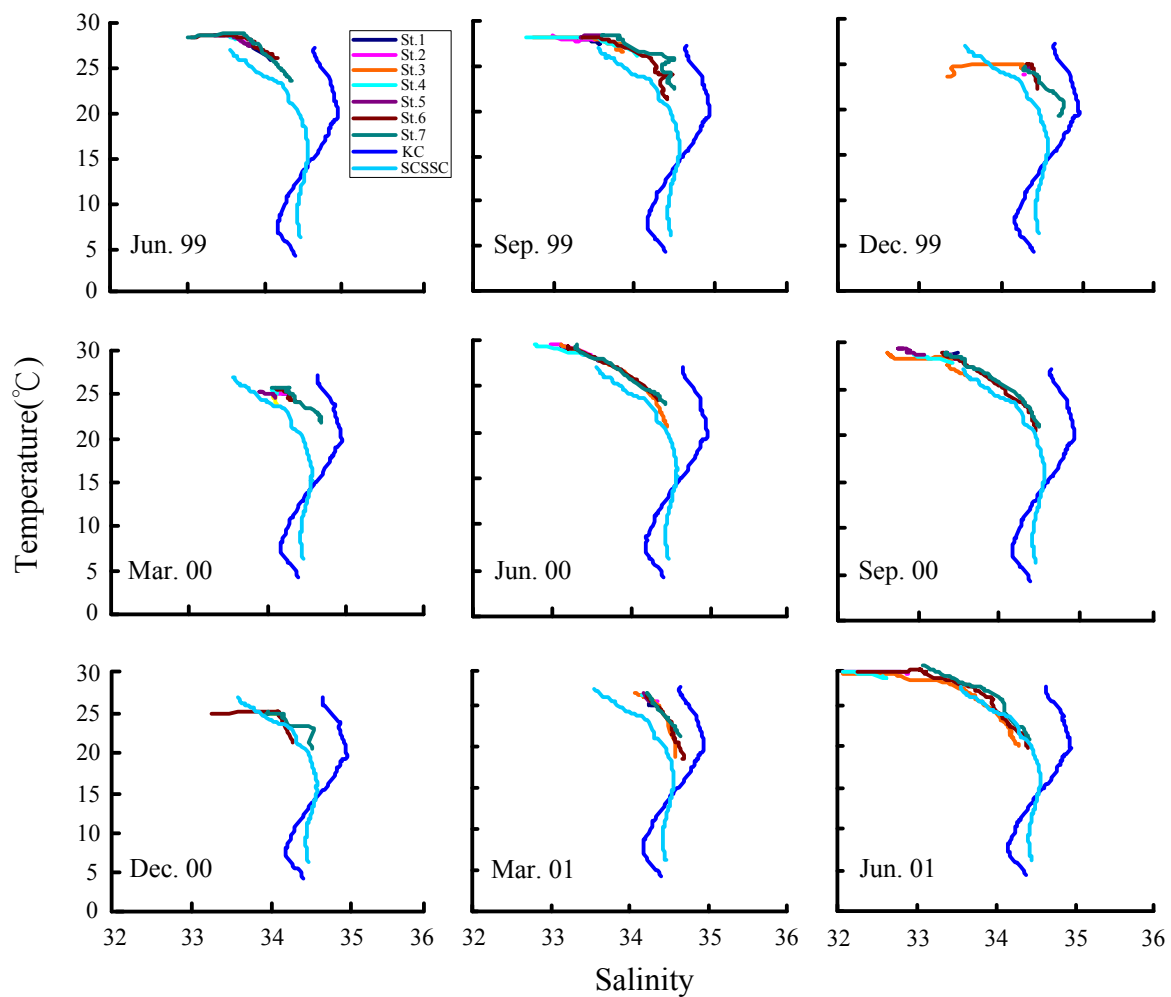


Fig. 7 Temperature-salinity diagrams of waters from the 7 sampling stations, together with typical Kuroshio Current (KC) and South China Sea Surface Current (SCSSC) during June 1999 to June 2001.

遽下降的現象，推測可能是受到來自沿岸水溫較低之離岸流向下切入的影響，使得海水有明顯分層的現象。鹽度方面，乾季期間由於降雨量較少，加上東北季風的吹拂，阻絕了南海水的北上，致使高鹽的黑潮支流順著澎湖水道侵入南台灣海峽，因而有鹽度較高的情形；溼季期間則因降雨量增加，加上西南季風逐漸增強，高鹽的黑潮支流被低鹽之南海水所取代，因此鹽度也變得較低 (Jan *et al.*, 2006)。此外，我們也注意到位於高屏溪口的測站 3，表水鹽度似乎會因淡水的注入而略微降低。

仔稚魚在高屏海域浮游動物組成中並非優勢類群，由陳 (1989)、陳與李 (1993) 及羅 (1998) 在高屏附近海域所做之生態環境調查顯

示，仔稚魚僅佔浮游動物總豐度的 0.03 ~ 1.4%，但於月別間之變化差異則相當的大。由 Fig. 3a 可明顯發現，高屏海域仔稚魚豐度有冬季最低，然後逐漸上升至夏季達到高峰，之後又慢慢下降的趨勢，呈現明顯的季節性變化。而由仔稚魚豐度與溫度、鹽度、葉綠素 *a* 及橈足類豐度之相關性分析結果，發現仔稚魚豐度多與溫度、葉綠素 *a* 及橈足類豐度成顯著正相關，與鹽度成顯著負相關，可見高屏海域仔稚魚豐度之變化明顯受到乾、溼季降雨量多寡及低鹽之南中國海表層水的影響，而食物來源的充足與否可能也是決定仔稚魚數量高低之重要因子。此外，我們也發現南北測線各測站之豐度似乎有愈往南仔稚魚數量愈高的趨勢，而離岸測線則有離岸愈遠豐度愈低的情

形，且南北測線各測站之平均豐度均高於遠岸測站 (Table 1)。高屏海域下方有一高屏峽谷，根據 Freeland and Denman (1982) 研究指出，海底峽谷通常位於陸棚邊緣，常會限制峽谷內的水流及其他水文特性；Klinck (1996) 也發現，峽谷表層沿岸流的流動方向，會控制了峽谷湧升流及物質交換的強弱程度；而張 (2000) 利用船碇式 ADCP 觀測高屏峽谷之流場特性，發現於 5 月及 9 月時近岸表層流為向南流，沿岸水會因科氏力的影響被帶往外海，造成沿岸海域水位降低，因而產生有利於湧昇的條件。然而，除了上述的湧昇現象外，沿岸流與黑潮支流及南海水之間所形成的海流鋒面，也可能是造成近岸仔稚魚數量較高的原因。一般來說，在鋒面水域內，海水不太流動，因此匯集了許多的有機碎屑，此豐富的營養物質造成了浮游植物的大量繁生，浮游動物的數量也隨著增加，並吸引大量的仔稚魚至此覓食；而鋒面水域內漂浮的雜物及高豐度之浮游植物所形成之透光度較差的水層，亦提供了仔稚魚一個良好的掩蔽環境，所以海流鋒面處之仔稚魚豐度通常較一般海域高出數十倍之多 (Andrew, 2006; Okazaki and Nakata, 2007; Sabatés *et al.*, 2007)，而在本研究中亦有類似的情形發生。

若將本研究所發現之仔稚魚種類依其生態習性區分，大致可歸納為下列幾個類型：沿岸小型魚種 (如雀鯛科、天竺鯛科和鰻科)、沿岸洄游性魚種 (如鯖科和金錢魚科)、沿岸表層性魚種 (如鯷科)、大洋中表層性魚種 (如燈籠魚科)、砂泥底質性魚種 (鰕科和鰕虎科)、河口域魚種 (如鰱科) 及小型底棲性魚種 (如沙鯪科和海鰻鰵科)。根據 Ahlstrom (1971) 在東太平洋的研究指出，大部分中層性或深層性魚種的仔稚魚，會有被海流輸送至較遠水域的現象；Hsieh (2007) 於台灣周邊海域所做的研究發現，冬季時一些棲息於東部黑潮流域之中深層性魚種，會隨著黑潮支流進入南台灣海峽；Chen and Wei (1982) 於南中國海的研究亦發現，仔稚魚優勢種以燈籠魚科、鯖科、鰕虎科及鰱科為主，與本研究之結果相類似。由仔稚魚之種群分析結果 (Fig. 6)，我們發現種群 A 的 5 個種類中，普遍來說數量不多，僅於 2001 年 6 月大

量出現，其中大眼海鰱 (*Megalops cyprinoides*)、帶底燈魚 (*Benthosema fibulatum*) 及眼眶魚 (*Mene maculata*) 於台灣西南海域相當常見，朗明燈魚以東部黑潮流域較多，金錢魚則僅偶爾出現。種群 B (B1 及 B2) 包含 23 個仔魚種類，大多為台灣西南海域常見之中、小型表層或低棲魚種，少數為大洋洄游性 (如圓花鰹 *Auxis rochei*) 及東部黑潮水域種 (如白圓罩魚 *Cyclothone alba*)，且一般以春、夏及秋季數量較多，冬季明顯較少。種群 C 的 4 個魚種同樣明顯於春、夏及秋季數量較多，其中瓦氏角燈魚為深海魚種，於白天時會遷移至表層覓食；暗縞鰕虎魚及 unidentified Gobiidae 為河口域常見種類；嘉鱖魚則主要棲息在水深 10 ~ 50 m 的砂泥地，於 4 ~ 6 月時有向淺海遷移產卵的現象。種群 D 包括第一及第二優勢種，豐度於夏、秋季明顯較高，其中青沙鯪於各測站皆有發現，根據曾等 (1985) 之研究結果，青沙鯪僅分布於全省各地河口域及砂質沿岸海域；日本鯷屬於重要經濟性魚種，台灣四周海域幾乎全年均有分布，但據 Chiu (1999) 之研究指出，在台灣西南海域日本鯷雖常為主要優勢種，但出現時間較短，並非每年都有大量出現的情形，而在本研究中亦有類似的現象發生。因此，我們認為，高屏海域之仔稚魚種類除本身沿岸河口性魚種之外，黑潮支流及南中國海表層水的侵入亦可能帶來部分中深層性魚種；此外，沿岸海域豐富的營養鹽及良好的隱蔽性，也吸引了許多魚類至此覓食、產卵，均為造成高屏海域仔稚魚群聚富多樣性的原因。

謝 辭

本研究承蒙海研三號研究船船員在樣本收集上之配合與協助，方得以順利完成，在此一併敬致謝忱。

參考文獻

- 陳宏遠 (1989) 高雄大林蒲地區工業廢水海洋放流海域環境調查及監測 (海洋生物部份). 國立中山大學海洋科學研究中心, 110-119.

- 陳宏遠, 李玉玲 (1993) 高雄左營工業廢水海洋放流海域環境影響監測及相關研究 (海洋生物部份). 國立中山大學海洋資源學系、海洋生物研究所, 80-83.
- 陳守仁, 陳淑珍, 宋薰華, 蘇偉成 (1990) 七十八年度台灣西南海域沿岸漁場試驗調查. 台灣省水產試驗所, 85 pp.
- 曾萬年, 王友慈, 陳添丁, 于學毓 (1985) 台灣北部河口域仔稚魚資源調查(1982-1983). 農委會漁業特刊第二號, 17-74.
- 張育嘉 (2000) 高屏峽谷及附近海域之流場觀測. 國立中山大學海洋資源研究所碩士論文, 91 pp.
- 羅文增 (1998) 高雄海域油污染對水質及生態環境影響監測第三季調查報告—浮游動物及浮游植物部份. 國立中山大學海洋科學研究中心, 52-56.
- Ahlstrom, E. H. (1971) Kinds and abundance of fish larvae in the eastern tropical Pacific, based on collections made on EASTROPAC I. U.S. Nat. Mar. Fish. Serv. Fish. Bull., 69(1): 3-77.
- Andrew, B. (2006) Fronts and eddies as key structures in the habitat of marine fish larvae: opportunity, adaptive response and competitive advantage. Sci. Mar., 70S2: 105-122.
- Chen, Z. R. and S. Z. Wei (1982) An investigation on pelagic fish eggs and larvae of the central area of South China Sea. Sym. Res. Rep. Sea Area of South China Sea 1982, 251-268. (in Chinese, English abstract)
- Chiu, T. S. (1999) Fish Larvae of Taiwan. National Museum of Marine Biology and Aquarium, Checheng., 296 pp.
- Chiu, T. S. and K. Z. Chang (1993) Diurnal vertical distribution of ichthyoplankton in I-Lan Bay, NE Taiwan. J. Fish. Soc. Taiwan, 20(3): 191-205.
- Dunn, O. J. and V. A. Clark (1974) Applied Statistics: Analysis of Variance and Regression. John Wiley, New York, NY., 389 p.
- Everitt, B. (1974) Cluster Analysis. Wiley, New York.
- Freeland, H. J. and K. L. Denman (1982) A topographically controlled upwelling center off southern Vancouver Island. J. Mar. Res., 40(4): 1069-1093.
- Hsieh, H. Y., W. T. Lo, D. C. Liu, P. K. Hsu and W. C. Su (2007) Winter spatial distribution of fish larvae assemblages relative to the hydrography of the waters surrounding Taiwan. Environ. Biol. Fishes, 78: 333-346.
- Jan, S., D. D. Sheu and H. M. Kuo (2006) Water mass and throughflow transport variability in the Taiwan Strait. J. Geophys. Res., 111: C12012.
- Klinck, J. M. (1996) Circulation near submarine canyons: A modeling study. J. Geophys. Res., 101: 1211-1223.
- Neria, F. J., I. C. Potter and J. S. Bradley (1992) Seasonal and spatial changes in the larval fish fauna within a large temperate Australian estuary. Mar. Biol., 112: 1-16.
- Okazaki, Y. and H. Nakata (2007) Effect of the mesoscale hydrographic features on larval fish distribution across the shelf break of East China Sea. Cont. Shelf Res., 27: 1616-1628.
- Sabatés, A., M. P. Olivar, J. Salat, I. Palomera and F. Alemany (2007) Physical and biological process controlling the distribution of fish larvae in the NW Mediterranean. Prog. Oceanogr., 74: 355-376.
- Shannon, C. E. and W. Weaver (1949) The Mathematical Theory of Communication. Univ. Illinois Press, Champaign.
- Tzeng, W. N., Y. T. Wang and Y. T. Chern (1997) Species composition and distribution of fish larvae in Yenliao Bay, northeastern Taiwan. Zool. Stud., 36: 146-158.
- Tzeng, W. N., Y. T. Wang and C. W. Chang (2002) Spatial and temporal variations of the estuarine larval fish community on the west coast of Taiwan. J. Mar. Freshwat. Res., 53: 419-430.
- Wang, Y. T., W. N. Tzeng and S. C. Lee (1991) A preliminary study on species composition and seasonal abundance of fish eggs and larvae from the coastal waters adjacent to the Tansui River estuary, Taiwan (1984-1985). J. Fish. Soc. Taiwan, 18(1): 7-20.

Composition and Seasonal Changes of Ichthyoplankton Assemblages in Kaoping Coastal Waters

Hung-Yen Hsieh¹, Wen-Tseng Lo^{2*} and Long-Jing Wu¹

¹Coastal and Offshore Resource Research Center, Fisheries Research Institute

²Institute of Marine Biotechnology and Resources, National Sun Yat-Sen University

ABSTRACT

This study investigated the species composition and distribution of ichthyoplankton in relation to seawater temperature, salinity, chlorophyll *a*, and copepod abundance in Kaoping coastal waters. One hundred and eighty-four larval fish species, belonging to 130 genera and 69 families, were identified in the study. The mean abundance was 391 ± 75 ind./100m³ during the sampling period between June 1999 and June 2001. Generally, the ichthyoplankton abundance showed significantly seasonal changes, with lowest in winter and up to highest value in summer. The 10 most significant taxa were *Sillago japonica*, *Engraulis japonicus*, *Tridentiger obscurus*, unidentified Gobiidae, *Pagrus major*, *Scomberoides lysan*, *Leiognathus nuchalis*, *Ceratoscopelus warmingi*, *Scatophagus argus*, and *Diogenichthys laternatus*, and accounted to 67% of the total ichthyoplankton abundance. The correlation coefficients showed that total abundance of ichthyoplankton and the most dominant taxa were positively related to temperature, chlorophyll *a*, and copepod abundance but negatively related to salinity. It suggested that the amount of rainfall and food source may be key factors to determine the abundance and distribution of ichthyoplankton in Kaoping coastal waters.

Key words: ichthyoplankton, Kaoping coastal waters, species composition, seasonal changes

*Correspondence: Institute of Marine Biotechnology and Resources, National Sun Yat-Sen University, No. 70, Lienhai Rd., Kaohsiung 80424, Taiwan. TEL: (07) 525-2000; FAX: (07) 525-5020; E-mail: lowen@mail.nsysu.edu.tw