

# 台灣周邊海域仔稚魚群聚構造與水文環境之關係： 以 2007 年夏季為例

陳郁凱<sup>1</sup> · 潘佳怡<sup>1</sup> · 王友慈<sup>1\*</sup> · 劉燈城<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 行政院農業委員會水產試驗所海洋漁業組

<sup>2</sup> 行政院農業委員會水產試驗所

## 摘 要

為了瞭解台灣周邊海域仔稚魚群聚結構與水文環境之關係，本研究於 2007 年 7 月在台灣周邊海域 62 個測站進行仔稚魚採集與水文觀測，共採得仔稚魚 3,614 尾，分屬於 93 科 190 類，平均豐度為  $240.86 \pm 217.48$  ind./1000 m<sup>3</sup>。前十大優勢種類依次為石首魚科 (Sciaenidae) 佔總採樣尾數的 10.44%、花鱸屬 (*Auxis* spp.) 佔 8.58%、眶燈魚屬 B 型 (*Diaphus* B) 佔 5.45%、鮡科 (Bothidae) 佔 3.87%、犀鱈屬 (*Bregmaceros* spp.) 佔 3.85%、鰕虎科 (Gobiidae) 佔 3.46%、鱈科 (Carangidae) 佔 2.88%、鰕虎科第 I 型 (Gobiidae type 1) 佔 2.83%、隆頭魚科 (Labridae) 佔 2.68%、玉筋魚科 (Ammodytidae) 佔 2.03%，這十個類群合計佔仔稚魚總數的 46.07%。整體而言，夏季期間，台灣西部與北部海域的仔稚魚豐度高於東部與南部海域，而種類多樣性則呈相反現象，此地理性差異反映出黑潮水與沿岸水的生物組成特徵。此外，黑潮於台灣東北部與東海陸棚交界處所形成之湧昇區，仔稚魚豐度與多樣性亦明顯較高。另，由仔稚魚組成與環境因子之相關分析結果顯示，台灣海峽澎湖以北海域之仔稚魚種類組成主要受鹽度影響，而於受黑潮影響之台灣東部海域則主要與溫度有關。

關鍵詞：仔稚魚、種類組成、環境效應

## 前 言

台灣四面環海，水文環境非常複雜，東側海域全年均受高溫高鹽黑潮水影響，並於東北部海域形成地形性湧昇。西側台灣海峽於冬季東北季風盛行期間主要受由北向南流之低溫低鹽大陸沿岸水及由南向北流之黑潮支流與部份南海表層水影響，並於海峽中部海域形成鋒面區；而夏季西南季風盛行期間，台灣海峽主要受由南向北流之黑潮支流水與南中國海表層水之混合水所影響 (郭, 2004)。仔稚魚由於游泳能力相當微弱，主要隨海流而移動 (王, 1997)，因此仔稚魚的種類組成與水文環境有密切關係 (Doyle *et al.*, 1993; Gray

and Miskiewicz, 2000)。而影響仔稚魚豐度之因素眾多，諸如成魚的產卵量 (Nonaka *et al.*, 2000)、魚卵的孵化率、仔魚的活存率與耐飢餓的程度及食物來源之多寡等 (Richardson *et al.*, 1980; Lasker, 1985)。

台灣周邊海域以往已有許多針對仔稚魚數量分布、種類組成、特定種類之生活史或與水團相關性等相關研究，但多僅侷限於特定的沿岸河口域 (Tzeng and Wang, 1992, 1993; Huang and Chiu, 1997; Chang *et al.*, 2002; Tzeng *et al.*, 2002) 或台灣北部海域 (Chiu, 1991; Yeh, 1993, 1994, 1998; Huang and Chiu, 1998; Chen and Chiu, 2003)。近年來，Hsieh and Chiu (2002)、Hsieh *et al.* (2005) 及 Hsieh *et al.* (2007) 亦僅針對台灣海峽夏與冬季仔稚魚種類組成與水文環境之關係進行研究，然涵蓋整個台灣周邊海域大尺度之相關研究則仍付諸闕如。因此本研究擬針對台灣周邊海域夏季期間

\*通訊作者 / 基隆市和一路 199 號; Tel: (02) 2462-2101 #2402; Fax: (02) 2463-3110; E-mail: ytwang@mail.tfrin.gov.tw

**Table 1** Information of sampling stations in the surrounding waters of Taiwan in July 2007

Sampling Station	Latitude (N)	Longitude (E)	Depth (m)	Sampling Station	Latitude (N)	Longitude (E)	Depth (m)
1	24.86	122.01	427	32	22.00	120.51	358
2	25.00	122.51	1465	33	22.38	120.33	480
3	24.99	123.00	1670	34	22.50	120.00	639
4	24.51	122.51	570	35	22.50	119.50	237
5	24.49	122.00	1189	36	22.50	119.00	85
6	23.98	121.80	812	37	22.95	119.09	27
7	23.75	122.00	3450	38	23.01	119.50	73
8	23.75	122.51	3003	39	23.00	119.91	126
9	23.75	123.01	3647	40	23.50	119.91	103
10	23.00	123.01	5454	41	23.43	119.50	55
11	23.00	122.50	5534	42	23.50	119.00	49
12	23.00	122.01	4921	43	24.00	119.00	60
13	22.99	121.49	1746	44	24.01	119.49	62
14	22.67	121.26	1160	45	24.00	119.99	42
15	22.25	121.00	1208	46	24.50	120.50	50
16	22.25	121.51	700	47	24.51	120.02	61
17	22.25	122.00	4577	48	24.50	119.50	58
18	22.24	122.50	4853	49	26.00	120.00	53
19	22.25	123.00	3605	50	25.00	120.50	74
20	21.50	123.00	4928	51	25.08	120.92	77
21	21.50	122.51	4786	52	25.50	120.51	64
22	21.50	121.00	3470	53	26.00	120.99	82
23	21.50	121.51	2086	54	25.50	121.00	91
24	21.50	120.01	925	55	25.50	121.49	112
25	21.50	120.51	1803	56	26.00	121.49	68
26	21.50	119.99	2981	57	26.00	122.00	100
27	21.50	119.51	2976	58	26.00	122.50	105
28	21.50	119.00	2792	59	26.00	122.99	95
29	22.00	119.00	1515	60	25.50	123.01	763
30	22.01	119.50	2394	61	25.50	122.51	453
31	22.00	120.00	1145	62	25.50	122.00	118

仔稚魚豐度及種類組成進行大尺度的研究分析，藉以探討仔稚魚分布與水文環境之關係，作為漁業資源的分區管理之科學依據。

## 材料與方法

### 一、樣本採集

本研究於 2007 年 7 月 4 日至 12 日期間，利用水試一號試驗船於台灣周邊海域 62 個測站 (Table 1, Fig. 1) 進行仔稚魚樣本及水文資料蒐

集。仔稚魚係利用網口直徑 160 cm，網目大小為 330  $\mu\text{m}$  之 ORI 浮游生物網以斜拖方式 (1m/s 拖曳速度) 採集 200 m 以淺水層 (水深不足者施放至離底 5 m) 之樣本。網口中央另結附一流量計，用以計算網具過濾海水之體積。採得之仔稚魚樣本先以 5 ~ 10% 的福馬林海水溶液保存，攜回實驗室後，再以 Folsom 分割器取 1/2 樣本進行種類鑑定及數量計數。仔稚魚種類鑑定主要參考沖山 (1985)、王 (1987)、丘 (1999) 及 Moser *et al.* (1984) 等著作，並儘可能鑑定至種，若僅能鑑定至科或屬的層級時則以類別編號 (type n) 表示。水文資

料則利用溫鹽深儀 (Seabird 9-11 Plus) 取得各測站溫度與鹽度之連續資料，並利用輪盤式採水系統 (GO-1015) 取得 5 m、25 m、50 m、75 m 與 100 m 等水層之海水各 1000 ml，攜回實驗室測量水樣中之葉綠素甲濃度。

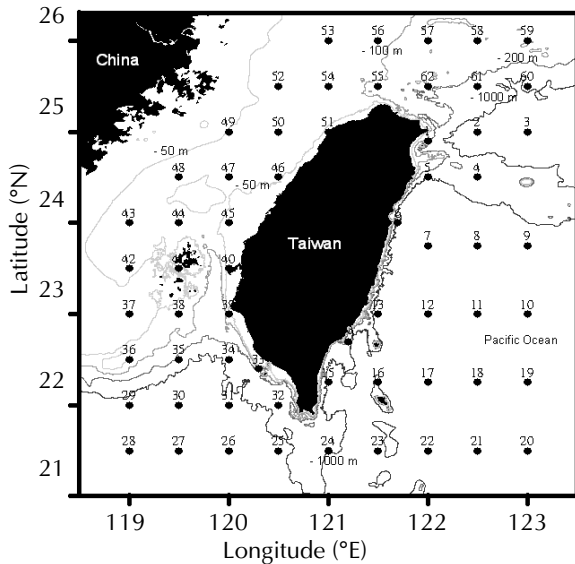


Fig. 1 Distribution of sampling stations (solid circle) in the surrounding waters of Taiwan in July 2007.

## 二、資料分析

有鑑於大多數的仔稚魚主要分布於 100 m 以淺水層，且當中又以表層至 50 m 的豐度為最高 (Auth and Brodeur, 2006)，而部份表層洄游性魚種以 30 m 以淺為主要棲息水層 (Ida, 1972; Suzuki and Konishi, 1981)，且台灣海峽部分測站深度亦小於 30 m，故本研究採用 10 m 深的溫度及鹽度數值，以 Primer 5.0 (Clarke and Gorley, 2000. Primer-E Ltd.) 軟體的 Euclidean distance 分析方式先去計算站間的相似程度，然後再以 Ward's linkage method (Everitt, 1974) 的方法進行水文相似性的站間分群 (Cluster analysis)，並繪製各測站間之關係樹狀圖。

仔稚魚豐度值 (N, abundance; ind./1000 m<sup>3</sup>) 係以個體數除以浮游生物網濾水體積進行換算。此外，利用 Shannon-Wiener 物種歧異度指數 (H') (Shannon-Wiener's index of species diversity; Pielou, 1966) 及 Pielou's 物種均勻度指數 (J') (Pielou's index of evenness; Pielou, 1966)，藉以探討測站及

海域之間仔稚魚的群聚差異。在進行仔稚魚相似性的站間分群 (Cluster analysis) 之前，先將仔稚魚豐度值標準化轉換成對數值  $\log(N+1)$ ，以減少因單一物種的個數差異過大所造成的分析誤差，並以 Bray-Curtis similarity (Bray and Curtis, 1957) 計算站間的相似程度，餘步驟同水文分析，同時使用無母數的相似性分析 ANOSIM (Analysis of Similarities) 分析以檢定各分類群間是否有顯著差異存在，再利用 SIMPER (Similarity Percentages – species contributions) 分析找出各群中的主要特徵物種。此外，PRIMER 5.0 內之 BIO-ENV (生物與環境的相關分析) 功能乃是以測站之間物種組成的相似度矩陣與標準化後的環境因子相似度矩陣進行交錯分析，其中水文資料的相似度矩陣轉換計算是採用 Normalized Euclidean distance，而生物資料處理方法同仔稚魚相似性的站間分群。相關性等級排序方法主要是採用 Spearman's method，以排列組合的方式任選一到五個變數進行比較，比較 999 次後，選取相關性最好的前十個組合呈現結果。

## 結果

### 一、水溫、鹽度的站間相似性

夏季時台灣周邊海域的水溫、鹽度之特徵可區分出四群 (Fig. 2): A 群包含澎湖群島西側的 42 與 43 的低溫低鹽測站 ( $27.59 \pm 0.41$  °C,  $32.51 \pm 0.15$ ); B 群主要包含靠近台灣海峽西側與北部的 37、41、44、48、49、50、52 等測站 ( $26.77 \pm 0.47$  °C,  $33.62 \pm 0.06$ )，以及台灣東北部的 1、5、6、58、61、62 的低溫高鹽測站 ( $26.47 \pm 1.12$  °C,  $34.02 \pm 0.19$ ); C 群主要包含南中國海北部與海峽南部 28、29、35、36、38 等測站 ( $30.11 \pm 0.23$  °C,  $33.40 \pm 0.15$ )，以及台灣北部海域 53、54、55、56、57 等高溫低鹽測站 ( $28.74 \pm 0.58$  °C,  $33.47 \pm 0.07$ ); D 群則包含台灣東部海域、南部海域與台灣海峽東側高溫高鹽的 34 個測站 ( $29.65 \pm 1.06$  °C,  $34.02 \pm 0.26$ )。

### 二、仔稚魚種類組成與優勢種的空間分布

本研究於 2007 年 7 月之調查航次，共計採得

仔稚魚樣本 3,614 尾，分屬於 93 科 190 類。除了卵黃囊期或破損而無法鑑定種類的 41 尾外 (佔總採樣數的 1.13%)，其餘的 3,573 尾仔稚魚佔總樣本數前 30 的種類組成如 Table 2 所示。前十大優勢種類豐度之空間分布則如 Fig. 3 所示：石首魚科 (Sciaenidae) 佔 10.44%，主要出現在台灣海峽澎湖以北與台灣北部海域，其餘測站幾乎均無樣本；花鱸屬 (*Auxis* spp.) 佔 8.58%，大量出現於台灣東北部海域；眶燈魚屬 B 型 (*Diaphus* B) 佔 5.45%，於台灣周邊海域均可發現；鯉科 (Bothidae) 佔 3.87%，於台灣海峽有較高的豐度；犀鱈屬 (*Bregmaceros* spp.) 佔 3.85%，於台灣周邊海域均可

發現，在澎湖南邊有較高的豐度；鰕虎科 (Gobiidae) 佔 3.46%，於台灣周邊多數測站均有出現；鱈科 (Carangidae) 佔 2.88%，在台灣西南部有較高的豐度；鰕虎科第 I 型 (Gobiidae type I) 佔 2.83%，以黑潮流域為主要分布範圍；隆頭魚科 (Labridae) 佔 2.68%，於澎湖周邊與台灣東北部海域有較高的豐度；玉筋魚科 (Ammodytidae) 佔 2.03%，僅零星出現於部分測站。上述十個優勢物種就佔仔稚魚總豐度的 46.07%，而佔總樣本數前 30 的種類達總豐度的 69.60%，其餘的 30.40% 是由 160 類所組成，由此可見夏季時台灣周邊海域的仔稚魚群聚是由少數的優勢種和多數的稀少種所構成。

**Table 2** Species composition of fish larvae (>1% in number of total catch) in the surrounding waters of Taiwan in July 2007

Family	Species	Abundance (ind./1000m <sup>3</sup> )										
		stn1	stn2	stn3	stn4	stn5	stn6	stn7	stn8	stn9	stn10	stn11
Engraulidae	<i>Engraulis japonicus</i>						7.3					
Gonostomatidae	<i>Cyclothone alba</i>		12.6	8.0	2.8				4.4		2.7	9.0
Gonostomatidae	<i>Vinciguerria nimbaria</i>			14.0				2.4	2.2			6.7
Synodontidae	<i>Saurida</i> sp.			2.0	2.8		3.7					
Synodontidae	<i>Trachinocephalus myops</i>		3.1	2.0		2.6	3.7					
Myctophidae	<i>Benthosema pterotum</i>	5.7			2.8	5.2	84.2	2.4				
Myctophidae	<i>Diaphus</i> A		3.1	2.0	13.9	2.6	3.7			2.4	2.7	2.2
Myctophidae	<i>Diaphus</i> B		31.5	36.0	33.3	5.2	3.7	4.9	6.6	7.2	10.8	4.5
Myctophidae	<i>Lampanyctus</i>		6.3	2.0	5.5	2.6					10.8	4.5
Myctophidae	<i>Myctophum orientale</i>				13.9	2.6		4.9	4.4	7.2		2.2
Bregmacerotidae	<i>Bregmaceros</i> spp.		22.0	4.0	16.6	5.2	7.3	12.2	6.6	2.4	2.7	
Apogontidae	type 1	3.8										
Apogontidae	spp.		3.1		2.8	10.4			4.4			
Carangidae	<i>Decapterus</i> spp.	9.5		8.0	8.3		3.7	2.4		24.0		
Carangidae	spp.			8.0			3.7			2.4	10.8	
Leiognathidae	spp.				2.8		3.7					
Lutjanidae	spp.			2.0	2.8	2.6			2.2	4.8	2.7	2.2
Sciaenidae	spp.											
Mullidae	spp.									2.4	5.4	
Labridae	spp.	1.9	3.1	6.0		10.4	7.3		2.2	4.8	19.0	2.2
Ammodytidae	spp.						3.7					
Gobiidae	type 1	3.8		2.0	2.8	2.6		2.4	4.4		2.7	2.2
Gobiidae	spp.	1.9	3.1	6.0	5.5				2.2		5.4	2.2
Callionymidae	spp.		6.3	2.0			3.7	2.4		2.4	2.7	
Acanthuridae	spp.		6.3	12.0	2.8	2.6		2.4			46.1	6.7
Scombridae	<i>Auxis</i> spp.	9.5				52.1	106.1					
Nomeidae	<i>Cubiceps pauciradiatus</i>		6.3	2.0						2.4	2.7	6.7
Bothidae	spp.		6.3	14.0			7.3	4.9	2.2		5.4	
Cynoglossidae	spp.	3.8					3.7					
Monacanthidae	spp.			4.0				2.4				2.2

**Table 2** Continued

Family	Species	stn 12	stn 13	stn 14	stn 15	stn 16	stn 17	stn 18	stn 19	stn 20	stn 21	stn 22
Engraulidae	<i>Engraulis japonicus</i>			2.2		11.7						
Gonostomatidae	<i>Cyathothone alba</i>	2.2	5.6	6.7			18.5		8.1	19.4	2.3	
Gonostomatidae	<i>Vinciguerria nimbaria</i>		2.8	4.5		11.7	13.2	9.3	2.7		4.7	
Synodontidae	<i>Saurida</i> sp.											
Synodontidae	<i>Trachinocephalus myops</i>											
Myctophidae	<i>Benthosema pterotum</i>				2.8		7.9	1.9				
Myctophidae	<i>Diaphus</i> A	4.4	5.6	6.7	2.8		26.4	7.4	2.7	9.7	2.3	
Myctophidae	<i>Diaphus</i> B	17.6	8.3	4.5		32.6	92.5	11.1	8.1		9.3	2.4
Myctophidae	<i>Lampanyctus</i>	15.4		2.2		2.3	7.9	9.3				
Myctophidae	<i>Myctophum orientale</i>	17.6	8.3		8.4	7.0	13.2	3.7	2.7	2.4		
Bregmacerotidae	<i>Bregmaceros</i> spp.	6.6		2.2	8.4	7.0	15.9					4.8
Apogontidae	type 1				8.4	4.7						
Apogontidae	spp.						5.3					
Carangidae	<i>Decapterus</i> spp.					2.3	5.3	3.7	2.7			
Carangidae	spp.	2.2	2.8	2.2			7.9	1.9				
Leiognathidae	spp.					2.3						
Lutjanidae	spp.						21.1	11.1	2.7		7.0	2.4
Sciaenidae	spp.					2.3	7.9					
Mullidae	spp.						2.6					
Labridae	spp.	6.6		4.5	5.6	4.7	44.9	3.7			2.3	2.4
Ammodytidae	spp.					2.3						
Gobiidae	type 1				2.8		2.6					
Gobiidae	spp.	2.2		4.5		2.3	2.6	5.6				
Callionymidae	spp.			2.2	2.8		2.6					
Acanthuridae	spp.			2.2	2.8	11.7	7.9	1.9	2.7	2.4		
Scombridae	<i>Auxis</i> spp.	2.2	2.8	4.5	8.4	4.7						
Nomeidae	<i>Cubiceps pauciradiatus</i>	6.6				2.3	5.3	3.7		7.3	4.7	2.4
Bothidae	spp.			2.2		2.3	7.9	1.9				
Cynoglossidae	spp.	2.2					2.6	1.9	5.4			
Monacanthidae	spp.	2.2		4.5			2.6		2.7			

**Table 2** Continued

Family	Species	stn 23	stn 24	stn 25	stn 26	stn 27	stn 28	stn 29	stn 30	stn 31	stn 32	stn 33
Engraulidae	<i>Engraulis japonicus</i>	10.2	15.1									
Gonostomatidae	<i>Cyathothone alba</i>	6.1		5.8	4.5		13.1	2.2	6.8			
Gonostomatidae	<i>Vinciguerria nimbaria</i>	4.1	5.0	1.9	2.2		15.7	32.9	6.8	6.0	2.3	
Synodontidae	<i>Saurida</i> sp.											
Synodontidae	<i>Trachinocephalus myops</i>											
Myctophidae	<i>Benthosema pterotum</i>		2.5								2.3	9.3
Myctophidae	<i>Diaphus</i> A	2.0		11.7	6.7	8.5	15.7	11.0	33.8	6.0	9.3	
Myctophidae	<i>Diaphus</i> B	16.2	17.6		2.2	2.8	5.2	21.9	13.5	17.9	2.3	
Myctophidae	<i>Lampanyctus</i>	2.0	7.5	5.8				4.4	11.3	3.0	2.3	4.6
Myctophidae	<i>Myctophum orientale</i>	6.1	20.1					2.2			2.3	
Bregmacerotidae	<i>Bregmaceros</i> spp.	4.1	32.6	1.9	2.2	8.5	5.2	2.2		6.0		69.4
Apogontidae	type 1											
Apogontidae	spp.		2.5									
Carangidae	<i>Decapterus</i> spp.	2.0		1.9								
Carangidae	spp.	4.1										2.3
Leiognathidae	spp.											
Lutjanidae	spp.	6.1	12.6					4.4				
Sciaenidae	spp.	2.0										
Mullidae	spp.											
Labridae	spp.	10.2	10.0						6.8	9.0		
Ammodytidae	spp.	2.0	2.5									
Gobiidae	type 1	4.1	2.5					2.2				20.8
Gobiidae	spp.	2.0	2.5	3.9				13.1	2.3			2.3
Callionymidae	spp.		2.5									
Acanthuridae	spp.		2.5			2.8			6.8		7.0	
Scombridae	<i>Auxis</i> spp.	4.1						21.9	9.0	6.0		
Nomeidae	<i>Cubiceps pauciradiatus</i>	2.0	5.0	1.9				4.4	6.8			
Bothidae	spp.	2.0		1.9				2.2	6.8			2.3
Cynoglossidae	spp.		2.5									
Monacanthidae	spp.								2.3			2.3

Table 2 Continued

Family	Species	stn 34	stn 35	stn 36	stn 37	stn 38	stn 39	stn 40	stn 41	stn 42	stn 43	stn 44
Engraulididae	<i>Engraulis japonicus</i>				29.2			4.7		25.5		36.8
Gonostomatidae	<i>Cylothone alba</i>						4.6	9.4				
Gonostomatidae	<i>Vinciguerria nimbaria</i>							4.7				
Synodontidae	<i>Saurida</i> sp.											119.7
Synodontidae	<i>Trachinocephalus myops</i>								9.6	51.0	27.0	
Myctophidae	<i>Benthoosema pterotum</i>											
Myctophidae	<i>Diaphus</i> A	2.4	2.7				9.3	4.7				
Myctophidae	<i>Diaphus</i> B		2.7	153.6	58.5	19.1		9.4	9.6			18.4
Myctophidae	<i>Lampanyctus</i>						9.3	4.7				
Myctophidae	<i>Myctophum orientale</i>							4.7				
Bregmacerotidae	<i>Bregmaceros</i> spp.			25.6		101.8			67.4			18.4
Apogontidae	type 1									17.0	18.0	
Apogontidae	spp.					6.4			9.6	8.5		36.8
Carangidae	<i>Decapterus</i> spp.							14.1				
Carangidae	spp.			5.1						51.0	62.9	36.8
Leiognathidae	spp.											
Lutjanidae	spp.		2.7									
Sciaenidae	spp.									42.5	18.0	184.2
Mullidae	spp.				29.2							46.0
Labridae	spp.	4.8	2.7						38.5	34.0	27.0	
Ammodytidae	spp.				29.2					119.0	35.9	
Gobiidae	type 1		2.7	15.4					9.6	93.5	18.0	73.7
Gobiidae	spp.		16.4	15.4	58.5	6.4			86.7	34.0	9.0	36.8
Callionymidae	spp.					12.7				34.0	44.9	
Acanthuridae	spp.											
Scombridae	<i>Auxis</i> spp.			20.5	29.2	12.7			19.3	17.0	18.0	64.5
Nomeidae	<i>Cubiceps pauciradiatus</i>						4.6		19.3			
Bothidae	spp.					6.4			19.3	85.0	18.0	
Cynoglossidae	spp.			5.1	29.2	6.4				25.5	27.0	
Monacanthidae	spp.									76.5	53.9	9.2

Table 2 Continued

Family	Species	stn 45	stn 46	stn 47	stn 48	stn 49	stn 50	stn 51	stn 52	stn 53	stn 54	stn 55
Engraulididae	<i>Engraulis japonicus</i>						7.8					4.7
Gonostomatidae	<i>Cylothone alba</i>				8.5			11.5				
Gonostomatidae	<i>Vinciguerria nimbaria</i>				8.5					4.4	5.6	
Synodontidae	<i>Saurida</i> sp.	10.3				12.8	23.5		7.5			
Synodontidae	<i>Trachinocephalus myops</i>		2.9	10.2	8.5		31.4				11.3	
Myctophidae	<i>Benthoosema pterotum</i>											4.7
Myctophidae	<i>Diaphus</i> A	30.9	1.5									
Myctophidae	<i>Diaphus</i> B	10.3	1.5	30.6			7.8	5.7				4.7
Myctophidae	<i>Lampanyctus</i>	10.3						5.7				
Myctophidae	<i>Myctophum orientale</i>											
Bregmacerotidae	<i>Bregmaceros</i> spp.			20.4	17.0			5.7	30.0			
Apogontidae	type 1			20.4	17.0	12.8	7.8	11.5	15.0			4.7
Apogontidae	spp.		1.5	20.4	17.0		15.7					
Carangidae	<i>Decapterus</i> spp.	10.3			8.5		23.5	11.5			5.6	
Carangidae	spp.	10.3	1.5	20.4		12.8	62.7	11.5	7.5		22.5	52.1
Leiognathidae	spp.	30.9	1.5				7.8	97.7	7.5			9.5
Lutjanidae	spp.				17.0							4.7
Sciaenidae	spp.	61.7	7.3	693.2	33.9	51.1	31.4	86.2	44.9	31.0	28.2	37.9
Mullidae	spp.	10.3			25.4		23.5		7.5			11.3
Labridae	spp.	10.3			8.5		23.5					16.9
Ammodytidae	spp.				25.4	12.8	47.1	11.5				11.3
Gobiidae	type 1			40.8	33.9			5.7	37.5		16.9	9.5
Gobiidae	spp.	41.2		40.8	33.9		7.8		7.5	4.4	5.6	9.5
Callionymidae	spp.	20.6					7.8		15.0	8.9	5.6	4.7
Acanthuridae	spp.											
Scombridae	<i>Auxis</i> spp.	30.9	5.8		59.4			34.5			22.5	18.9
Nomeidae	<i>Cubiceps pauciradiatus</i>		1.5		17.0					4.4		
Bothidae	spp.	20.6		10.2	8.5	38.3	117.6	23.0	59.9		11.3	4.7
Cynoglossidae	spp.				8.5	38.3	7.8	11.5	22.5	4.4	16.9	4.7
Monacanthidae	spp.					25.5	39.2					

Table 2 Continued

Family	Species	stn 56	stn 57	stn 58	stn 59	stn 60	stn 61	stn 62	Total (%)
Engraulidae	<i>Engraulis japonicus</i>						10.9	4.4	1.14
Gonostomatidae	<i>Cyclothone alba</i>			4.9		2.0	10.9		1.29
Gonostomatidae	<i>Vinciguerria nimbaria</i>			4.9		8.1	13.7		1.35
Synodontidae	<i>Saurida</i> sp.								1.22
Synodontidae	<i>Trachinocephalus myops</i>		5.4	4.9			8.2		1.22
Myctophidae	<i>Benthoosema pterotum</i>		5.4				2.7	13.3	1.03
Myctophidae	<i>Diaphus</i> A			4.9		8.1	8.2	17.7	1.98
Myctophidae	<i>Diaphus</i> B	12.9		4.9	7.2	8.1	19.2		5.45
Myctophidae	<i>Lampanyctus</i>						8.2		0.99
Myctophidae	<i>Myctophum orientale</i>			14.6		2.0	8.2		1.06
Bregmacerotidae	<i>Bregmaceros</i> spp.	12.9	5.4	9.7		2.0	2.7		3.85
Apogontidae	type 1			4.9					0.98
Apogontidae	spp.			4.9				4.4	1.03
Carangidae	<i>Decapterus</i> spp.					2.0	5.5	8.9	1.10
Carangidae	spp.				7.2	4.1	13.7		2.88
Leiognathidae	spp.						8.2		1.15
Lutjanidae	spp.			4.9	28.8	18.3	8.2	4.4	1.18
Sciaenidae	spp.	180.2		14.6					10.44
Mullidae	spp.					2.0			1.11
Labridae	spp.	25.7	10.7	9.7		6.1		13.3	2.68
Ammodytidae	spp.								2.03
Gobiidae	type 1					2.0	5.5		2.83
Gobiidae	spp.	12.9		4.9	3.6		10.9		3.46
Callionymidae	spp.	12.9		4.9			2.7	4.4	1.40
Acanthuridae	spp.		5.4			6.1			0.95
Scombridae	<i>Auxis</i> spp.	25.7	21.5	277.8	3.6		306.5	62.1	8.58
Nomeidae	<i>Cubiceps pauciradiatus</i>					10.2	8.2	4.4	0.95
Bothidae	spp.	77.2					8.2		3.87
Cynoglossidae	spp.	25.7	10.7						1.78
Monacanthidae	spp.			4.9			2.7		1.59
Total (%)									69.60

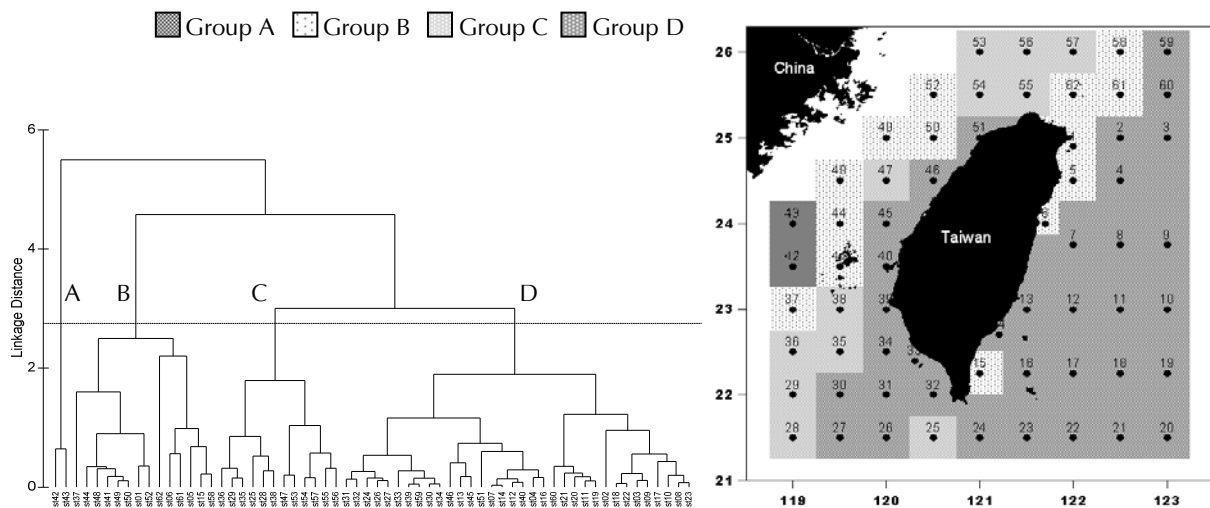
### 三、仔稚魚豐度與物種歧異度之空間分布

本調查航次各測站仔稚魚平均豐度 (N) 為  $240.86 \pm 217.48$  ind./1000m<sup>3</sup> (平均  $\pm$  標準差), 各測站豐度如 Fig. 4 所示, 其中以台灣海峽中部及北部海域之仔稚魚豐度為最高 (stn 47, N = 1009.17 ind./1000m<sup>3</sup>), 而台灣東北部海域亦有較高值存在, 台灣北部海域次之, 黑潮及黑潮支流流域則明顯較低 (stn 34, N = 24.22 ind./1000m<sup>3</sup>)。物種歧異度 (H') 則與仔稚魚豐度呈現相反的分布模式, 台灣東部黑潮流域與西南部黑潮支流流域較高, 而於台灣海峽與台灣北部海域之歧異度值則較低。在物種均勻度方面, 東北部的測站 58 及 61 ( $J' = 0.58, 0.63$ )、澎湖北方的測站 47 ( $J' = 0.52$ )及 海峽南部

的測站 36 ( $J' = 0.68$ ) 有較低的均勻度, 顯示這些測站存在明顯優勢種, 其餘測站均勻度皆相當高。

### 四、仔稚魚群聚的空間相似性

ANOSIM 檢定結果顯著 (Table 3), 發現夏季時台灣周邊海域仔稚魚群聚可分為種類組成不同的五群 (Fig. 5)。SIMPER 分析結果, 群內的站間相似性及群與群之間的平均不相似程度如 Table 4 所示。A 群包括澎湖群島北部的 2 個測站 (stns 44、47), 群內相似度 (Gsi) 為 61.85%, 與 D 群的平均不相似程度 (Dis) 最高 (79.63%), 主要特徵種為石首魚科 (貢獻群內相似度矩陣排序值之百分比, Msi = 21.19%) 與鰕虎科第 I 型 (Msi =



**Fig. 2** Similarity in temperature and salinity among stations by Ward's linkage based on hydrographic variables (left) and spatial distribution of corresponding groups (right) in the surrounding waters of Taiwan in July 2007.

**Table 3** Results of one-way ANOSIM (analysis of similarity routine) for fish larvae assemblages in the surrounding waters of Taiwan in July 2007

Cluster Groups	R Statistic <sup>1</sup>	Level % <sup>2</sup>
Overall	0.859	0.1
A&B	0.750	6.7
A&C	0.898	1.8
A&D	0.997	0.1
A&E	0.779	2.8
B&C	0.918	0.1
B&D	0.998	0.1
B&E	0.566	0.3
C&D	0.704	0.1
C&E	0.668	0.1
D&E	0.948	0.1

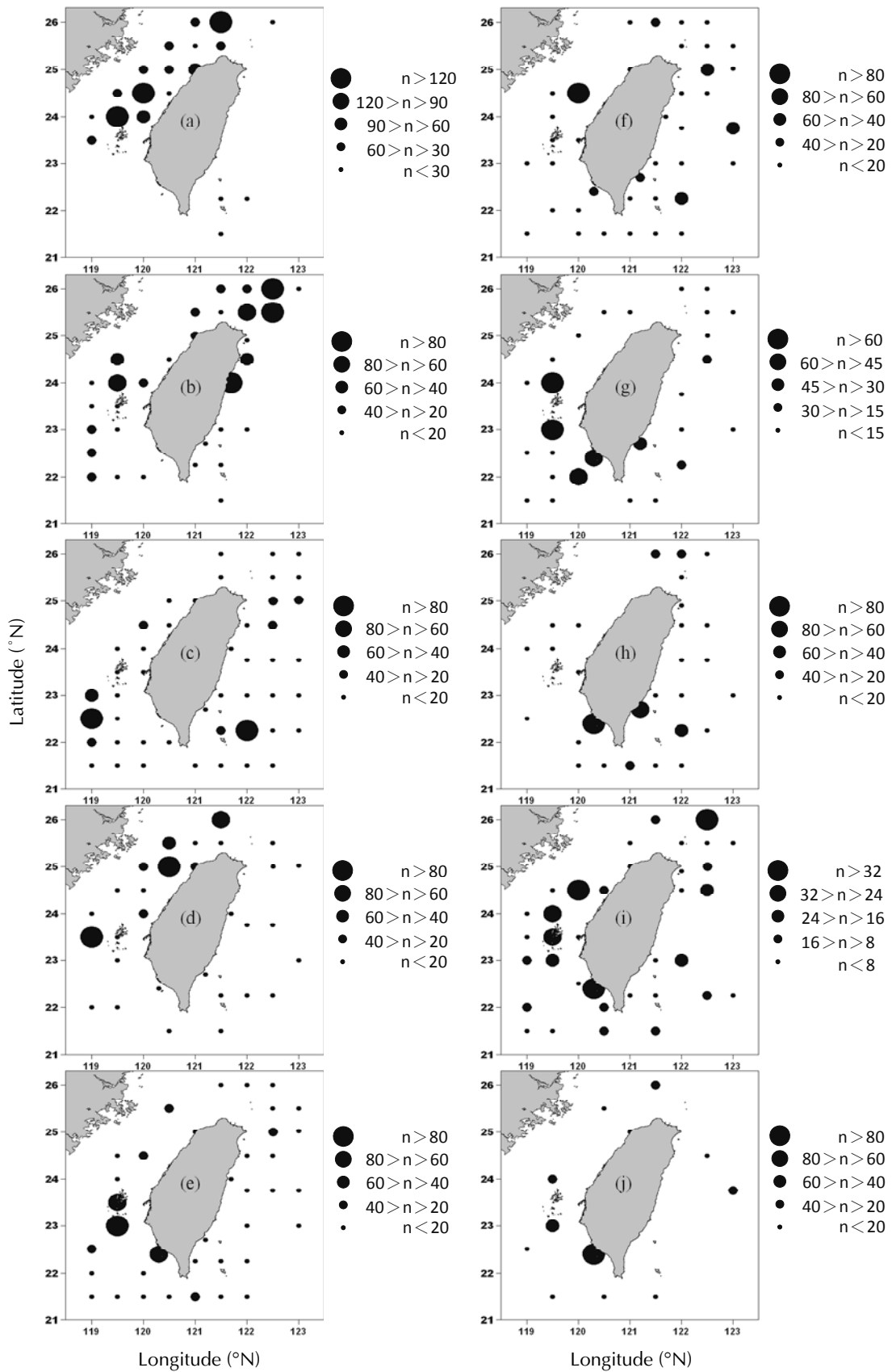
<sup>1</sup>R > 0.25 indicates the groups were poorly separated and R statistic > 0.75 indicates highly separated.

<sup>2</sup>Level % > 0.1 indicates the separation was significant.

15.14%)；B 群主要包括澎湖群島西側的 3 個測站 (stns 42、43、48)，Gsi 為 65.41%，與 D 群的 Dis 最高 (80.27%)，主要特徵種為玉筋魚科 (Msi = 10.5%) 與石首魚科 (Msi = 9.6%)；C 群包括位於澎湖群島及其南部之部分測站 (stns 36、38、41) 以及位於台灣東北部海域的 5 個測站 (stns 5、6、58、61、62)，Gsi 為 44.36%，與各群的 Dis 約介於 63.17 ~ 66.87%，主要特徵物種為花鰻屬 (Msi =

19.79%) 與犀鱈屬 (Msi = 11.92%)；D 群包括台灣東部與海峽南部的測站，Gsi 為 33.90%，與各群的 Dis 均相當高，介於 66.87 ~ 80.27%，主要特徵物種為眶燈魚屬 B 型 (Msi = 16.65%) 與眶燈魚屬 A 型 (Msi = 14.35%)；E 群主要為台灣海峽北部與台灣北部海域的 6 個測站 (stns 49、51、52、54、55、56)，Gsi 為 52.75%，主要特徵物種為石首魚科 (Msi = 21.13%) 與鰾科 (Msi = 15.19%)。





**Fig. 3** Spatial distribution of dominant species of fish larvae in the surrounding waters of Taiwan in July 2007. (a) Sciaenidae, (b) *Auxis* spp., (c) *Diaphus* B, (d) Bothidae, (e) *Bregmaceros* spp., (f) Gobiidae, (g) Carangidae, (h) Gobiidae type 1, (i) Labridae, (j) Ammodytidae ( $n$ , ind./1000 m<sup>3</sup>).

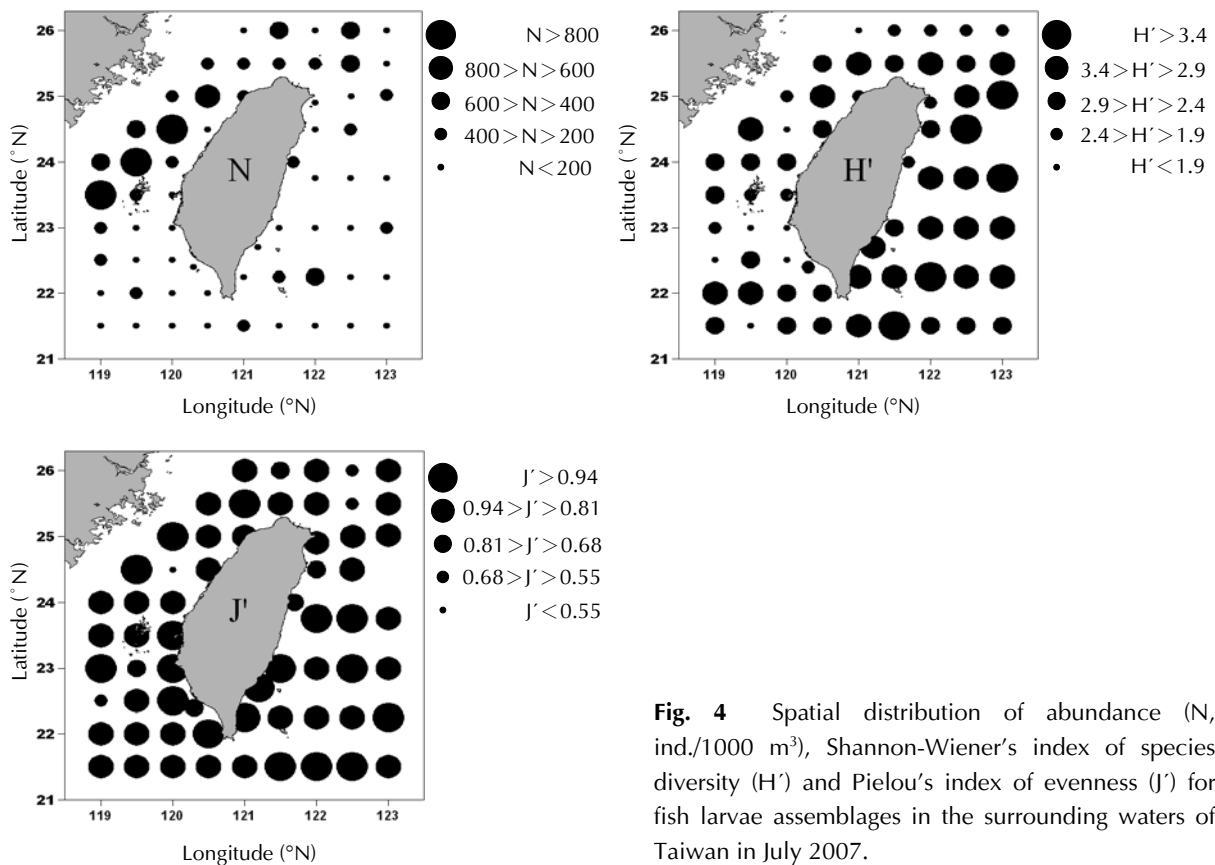


Fig. 4 Spatial distribution of abundance ( $N$ , ind./1000  $m^3$ ), Shannon-Wiener's index of species diversity ( $H'$ ) and Pielou's index of evenness ( $J'$ ) for fish larvae assemblages in the surrounding waters of Taiwan in July 2007.

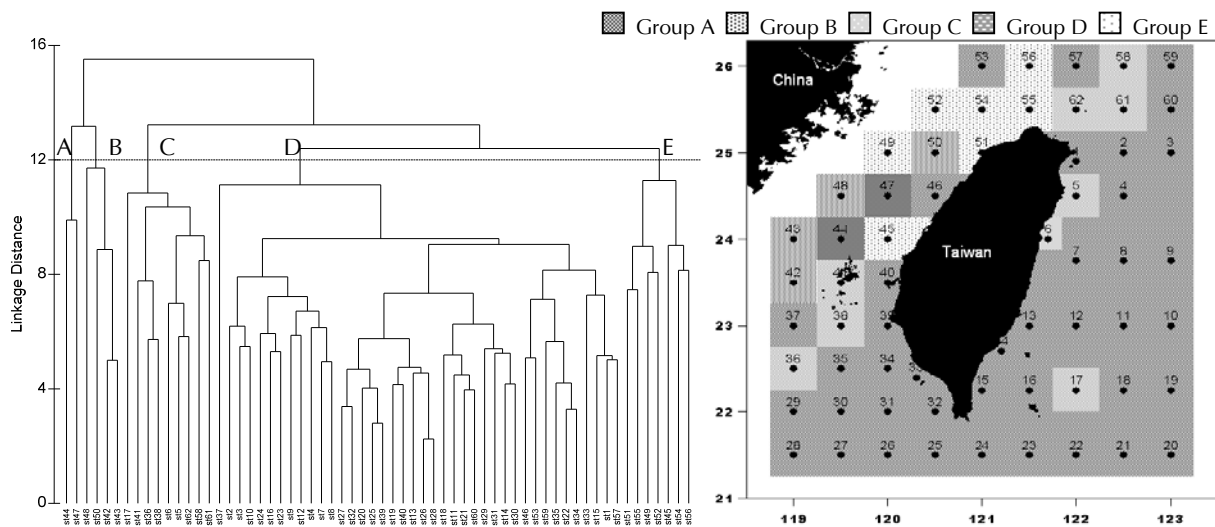
## 五、仔稚魚群聚與環境因子的分析

BIO-ENV 分析結果顯示，夏季台灣周邊海域仔稚魚種類組成的分群結果與水文環境因子有密切的關係 (Table 5)，亦即大致可分為黑潮與黑潮支流域的測站 (stn 1 ~ 41 及 58 ~ 62) 及台灣海峽澎湖以北與台灣北部海域的測站 (stn 42 ~ 57) 兩大部分。仔稚魚群聚與 10 m 水層之環境因子的相關性較高，黑潮與黑潮支流域 (stn 1 ~ 41 及 58 ~ 62) 相關性 (Corr.) 最高可達 0.517，呈現中度相關，出現率最高的因子為溫度；台灣海峽澎湖以北與台灣北部 (stn. 42 ~ 57) 相關性可達 0.427，出現率最高的因子為鹽度與緯度。仔稚魚群聚與 25 m 環境因子的相關性則相對較低，黑潮與黑潮支流域 (stn 1 ~ 41 及 58 ~ 62) 最高為 0.436，台灣海峽澎湖以北與台灣北部 (stn 42 ~ 57) 僅 0.373。

## 討 論

水文資料分析結果可區分出若干種有差異的水團，根據測站地理位置並參考前人研究 (Chern

and Wang, 1989; 郭, 2004) 所定義的水團類型得知西部站群包含 A 群 (stns 42、43) 與 B 群 (stns 37、41、44、48、49、50、52)，靠近海峽西側，屬郭 (2004) 描述夏季海峽西側之近岸水 (Coast Water) 性質水團，平均溫度約介於 22 ~ 26 °C，鹽度約介於 30 ~ 32 psu，主要是受到夏季來自海峽西岸河川淡水所影響。此外，台灣東北部有一性質與周遭相異的水團存在 (B 群：stns 1、5、6、58、61、62)，具有低溫高鹽的特性 (26.47 ± 1.12 °C，34.02 ± 0.19)，屬黑潮與東海陸棚交界處的陸棚邊緣湧昇區水團。據郭 (2004) 指出，夏季西南季風吹起，台灣海峽由南至北為南中國海表層水與高鹽暖水黑潮支流所佔，這股暖水可視為東海陸棚上台灣暖流的源頭，往北流經台灣海峽並注入東海，因此 C 群於海峽南部應屬南中國海表層水與黑潮支流之混合水性質，而此水團往北流入東海陸棚區時又與部分東海陸棚水混合 (stns 53、54、55、56、57)，形成了東海陸棚區水團。D 群包括了台灣海峽東側、海峽南部及台灣東部海域，明顯是由黑潮及黑潮支流所支配。綜觀水文資料分析結果，各水團與前人之研究相似。



**Fig. 5** Dendrogram of species composition similarity among stations associations by Ward's linkage cluster analysis (left) and spatial distribution of corresponding groups (right) in the surrounding waters of Taiwan in July 2007.

**Table 4** Similarity Percentage (species contributions) within a group and among groups was detected by SIMPER for the fish larvae cluster groups in the surrounding waters of Taiwan in July 2007

Cluster groups	SIMPER (similarity percentage - species contributions)				
	A	B	C	D	E
Similarity Percentage: 61.85%					
A Sciaenidae (21.19%) Gobidaetype 1 (15.14%)		Similarity Percentage: 65.41%			
B Av. Diss: 50.51%		Ammodytidae (10.5%) Sciaenidae (9.6%)			
C Av. Diss: 63.29%	Av. Diss: 63.17%		Similarity Percentage: 44.36%		
			Auxis spp. (19.79%) Bregmaceros spp. (11.92%)		
D Av. Diss: 79.63%	Av. Diss: 80.27%	Av. Diss: 66.87%		Similarity Percentage: 33.90%	
				Diaphus B (16.65%) Diaphus A (14.35%)	
E Av. Diss: 54.96%	Av. Diss: 46.69%	Av. Diss: 64.59%	Av. Diss: 78.21%		Similarity Percentage: 52.75%
					Sciaenidae (21.13%) Bothidae (15.19%)

Av. Diss, average dissimilarity; numbers in parenthesis indicates contribution percentage of characteristic species.

將夏季時台灣周邊海域仔稚魚相似性的站間分群結果與所屬水團相對應 (Figs. 2 & 5), 可發現 A 群與 B 群可歸類為屬近岸水 (CW) 性質水團之仔稚魚群聚, 優勢種為石首魚科、鰕虎科與玉筋魚科魚類; C 群大致可分為兩部分, 可歸類為南中國海表層水與黑潮支流混合水性質水團之群聚 (stns 36、38、41), 特徵種為沙泥底棲性的犀鱈屬魚類, 位於台灣東北部海域的 5 個測站 (stns 5、6、

58、61、62) 則可代表黑潮與東海陸棚交界處的湧昇水之仔稚魚群聚, 特徵種為近海表層洄游性的花鰹屬魚類; D 群可代表黑潮與黑潮支流之群聚, 特徵物種為中層性的眶燈魚屬 B 型與眶燈魚屬 A 型; E 群可代表夏季南中國海表層水、黑潮支流與東海陸棚水之混合水群, 特徵物種為沙泥底棲性的石首魚科與鯧科魚類。

在夏季時, 除了花鰹屬、鯧科等魚種以外,

**Table 5** Multivariate spearman rank correlation between environmental variables and fish larvae assemblages using BIO-ENV showing the best ten combinations of variables

Best results (10 m)				Best results (25 m)			
Station 1-41 & 58-62		Station 42-57		Station 1-41 & 58-62		Station 42-57	
Corr.	Selections*	Corr.	Selections*	Corr.	Selections*	Corr.	Selections*
0.517	1	0.427	2,6	0.436	1,4	0.373	4
0.516	1,4	0.384	2,4,5,6	0.435	1,2,4	0.332	4,6
0.459	1,4,5	0.373	4	0.416	1	0.286	4,5,6
0.459	1,4,6	0.367	2,4	0.413	1,2	0.281	4,5
0.438	1,2,4	0.348	1,2,4,6	0.376	1,4,6	0.275	2,4,6
0.437	1,5	0.337	2,4,5	0.376	1,2,4,6	0.251	2,4,5,6
0.435	1,4,5,6	0.332	4,6	0.336	1,4-6	0.236	1,4,6
0.429	1,6	0.329	2,4,6	0.336	1,2,4-6	0.215	1,4,5,6
0.425	1,3,4,6	0.317	1,2,4,5,6	0.335	2,4,6	0.211	2,4,5
0.423	1,2,4,6	0.299	1,2,4	0.33	4,6	0.208	1,2,4,6

\*1: Temperature; 2: Sanility; 3: Depth of bottom; 4: chlorophyll-a; 5: Longitude; 6: Latitude

仔稚魚的前 10 種優勢種中多為陸棚底棲性的物種，顯示夏季應為陸棚近岸底棲魚種的孵育季節。而洄游性魚種的仔稚魚除花鰹屬佔 8.58% 外，其餘種類與豐度明顯地較少，可能原因為鯖、鰹、鰻、鯷等表層性洄游魚類多在水溫逐漸上升的春季和水溫逐漸下降之秋季，配合基礎生產力的高峰產卵，而夏季時台灣周邊海域可能正處於高峰與高峰之間，故表層洄游性魚種的仔稚魚種類數量較少。至於仔稚魚群聚是由少數的優勢種和多數的稀少種所構成的原因，可能與親魚的族群量有關，如石首魚類在台灣周邊海域的底拖網漁獲中居前幾名、花鰹屬則屬近海表層多獲性魚種、燈籠魚類則為中層魚類中的優勢類群、鰕虎科魚類則為沿岸河口域灘地上的優勢種群，但是確實的原因仍有待更多資料來證實。

本研究中發現，夏季時台灣周邊海域仔稚魚豐度呈現東、南邊低而西、北邊高的分布特徵 (Fig. 4)，且西部海域以澎湖群島附近至台灣海峽北部的測站豐度最高。此外，物種歧異度 ( $H'$ ) 則與豐度呈現相反的變化趨勢，台灣東部黑潮流域與西南部黑潮支流之物種歧異度較高，台灣海峽與台灣北部海域則相對較低。黑潮是屬相對較為穩定且貧營養鹽的大洋性水團，因此仔稚魚種類會較為豐富但豐度則較低；而台灣西部海域因受到來自中國沿岸的近岸水、黑潮支流及南中國海表層水

交互作用的影響，水文狀態較為複雜且變化較劇烈，因此只有少數適應性較強的物種可以生存，且由於不同水團間的鋒面區富含營養鹽，造成某物種大量出現，以致歧異度降低。此外，已有許多研究指出黑潮於台灣東北部與東海陸棚交界處因終年湧昇而擁有著高基礎生產力 (Tzeng and Lee, 1994; Chiu *et al.*, 1997)，此處的仔稚魚豐度與多樣性均明顯較高 (Fig. 4)，且不同水團交會形成之鋒面渦流亦有助於集中且提高橈足類幼生與仔稚魚的數量及生存率 (Okazaki *et al.*, 2002)，而大洋性的仔稚魚也會隨著黑潮而進入陸棚，使得台灣東北部湧昇區的仔稚魚組成兼具了高豐度與高多樣性。

由生物與環境的相關分析 (BIO-ENV) 可以發現 (Table 5)，黑潮與黑潮流域之仔稚魚物種組成變化與環境因子呈現中度的相關性 (0.517)，主要會受溫度的變化所影響。黑潮高溫高鹽的水體提供了仔稚魚穩定的生長環境，因此物種歧異較高，然黑潮與東海陸棚交界處的湧昇使得台灣東北部海域的水溫發生變化，水溫成了影響黑潮區仔稚魚物種組成的主要因子，大洋性的花鰹屬仔稚魚也在此處有最高的豐度 (Fig. 3b)。在台灣海峽澎湖以北與台灣北部測站之間的物種組成變化與環境因子的相關性則稍低 (0.427)，鹽度及緯度為共具影響力的環境因子。在夏季，影響台灣

海峽澎湖以北與台灣北部海域鹽度變化的主要來源為台灣暖水流，該水團主要由南海表層水與黑潮支流及台灣海峽的水結合，受西南季風影響北上帶來高溫，但鹽度較黑潮低的水團，因此鹽度成了影響此區水文環境的主要因子，然鹽度變化大的環境可能不適合大洋性仔稚魚的生存，故優勢種中的花鰹屬與鯷科於此區較少出現 (Fig. 3b, 3g)。

本研究發現夏季時台灣周邊海域的仔稚魚群聚可能因屬性 (沙泥底棲性、表層洄游性和大洋中層性) 的不同而有不同的環境偏好，因而受到水團分布的影響，出現在不同的海域。其次，亦發現夏季時出現的仔稚魚多屬於沙泥底棲性魚類而有別於春秋兩季的以表層洄游性魚類為主的現象，顯示出生態區位類似物種的以時空隔離來避免競爭，進而達到食物和空間資源利用最大化，並確保這些沙泥底棲性魚類的仔稚魚的活存率。

## 參考文獻

- 王友慈 (1987) 臺灣北部淡水河暨雙溪河口域魚苗相之研究。私立中國文化大學海洋研究所資源組碩士論文, 306 pp.
- 丘臺生 (1999) 台灣的仔稚魚。國立海洋生物博物館籌備處, 296 pp.
- 沖山宗雄 (1985) 日本產稚魚圖鑑。東海大學出版會, 1154 pp.
- 郭慧敏 (2004) 台灣海峽水團時空變化之研究。國立中山大學海洋物理研究所 碩士論文, 19 pp.
- Auth T. D. and R. D. Brodeur (2006) Distribution and community structure of ichthyoplankton off the coast of Oregon, USA, in 2000 and 2002. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 319: 199-213.
- Brain, M., M. St. John and K. Wieland (1996) Eastern Baltic cod: perspectives from existing data on processes affecting growth and survival of eggs and larvae. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 134: 265-281.
- Bray, J. R. and J. T. Curtis (1957) An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.*, 27: 325-349.
- Chang, C. W., C. C. Hsu, Y. T. Wang and W. N. Tzeng (2002) Early life history of *Acanthopagrus latus* and *A. schlegeli* (Sparidae) on the western coast of Taiwan: temporal and spatial partitioning of recruitment. *J. Mar. Freshwat. Res.*, 53: 411-417.
- Chen, C. S. and T. S. Chiu (2003) Early-life history of Japanese anchovy in the northeastern waters of Taiwan, with reference to larval transport. *Zool. Stud.*, 42(2): 248-257.
- Chiu, T. S. (1991) Diurnal depth change of ichthyoplankton in the Kuroshio edge exchange front. *Acta Oceanogr. Taiwan*, 26: 53-65.
- Chiu, T. S. (1999) Fish larvae of Taiwan, National Museum of Marine Biology and Aquarium. Checheng., 296 pp.
- Chiu, T. S., S. S. Young and C. S. Chen (1997) Monthly variation of larval anchovy fishery in I-lan Bay, NE Taiwan, with an inference on optimal fishing seasons. *J. Fish. Soc. Taiwan*, 24(4): 273-282.
- Chern, C. C. and J. Wang (1989) On the water masses at northern offshore area of Taiwan. *Acta Oceanogr. Taiwan*, 22: 14-32.
- Cowen, R. K., K. M. M. Lwiza, S. Sponagule, C. B. Paris and D. B. Olson (2000) Connectivity of marine populations: open or closed? *Science*, 287: 857-859.
- Doyle, M. J., W. W. Morse and A. W. Kendall Jr. (1993) A comparison of larval fish assemblages in the temperate zone of the northeast Pacific and northwest Atlantic Oceans. *Bull. Mar. Sci.*, 53: 588-644.
- Everitt, B. (1974) Cluster Analysis. Wiley, New York, 133pp.
- Gray, C. A. and A. G. Miskiewicz (2000) Larval fish assemblages in south-east Australian coastal waters: seasonal and spatial structure. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 50: 549-570.
- Hsieh, C. H. and T. S. Chiu (2002) Summer spatial distribution of copepods and fish larvae in relation to hydrography in the northern Taiwan Strait. *Zool. Stud.*, 41(1): 85-98.
- Hsieh, C. H., C. S. Chen and T. S. Chiu (2005) Composition and abundance of copepods and ichthyoplankton in Taiwan Strait (western North Pacific) are influenced by seasonal monsoons. *J. Mar. Freshwat. Res.*, 56: 153-161.
- 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.
- Huang, J. B. and T. S. Chiu (1997) Environmental factors associated with the occurrence and abundance of larval porgies, *Acanthopagrus latus* and *Acanthopagrus schlegeli*, in the coastal waters of western Taiwan. *Acta Zool. Taiwan*, 8(1): 19-32.
- Huang, J. B. and T. S. Chiu (1998) Seasonal and hydrographic variations of ichthyoplankton density

- and composition in the Kuroshio edge exchange area off northeastern Taiwan. *Zool. Stud.*, 37(1): 63-73.
- Ida, H. (1972) Some ecological aspects of larval fishes in waters off central Japan. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 38: 981-994.
- Lasker, R. (1985) What limits clupeoid production? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 42: 31-38.
- Leis, J. M. and D. S. Rennis (1983) The larvae of Indo-Pacific coral reef fishes. New South Wales Univ. Press & Univ. of Hawaii Press, Honolulu, 269 pp.
- Leis, J. M. and T. Trnski (1989) The larvae of Indo-Pacific shorefishes. New South Wales Univ. Press, NSW, 371 pp.
- Margalef, R. (1969) Diversity and stability: A practical proposal and a model of interdependence. In: GM Woodwell and HH Smith (eds), *Diversity and Stability in Ecological Systems*, Brookhaven Symposium in Biology, No 22, New York: Brookhaven National Laboratory: 25-37.
- Moser, H. G., W. J. Richards, D. M. Cohen, M. P. Fahay, A. W. Kendall, Jr. and S. L. Richardson (1984) Ontogeny and systematics of Fishes. Based on an international symposium dedicated to the memory of Elbert Haivor Ahlstrom. *Spec. Publ. No. 1*, Amer. Soc. Ichthyol. Herpetol. 687pp.
- Muneo, O. (1985) An atlas of early stage fishes in Japan. Tunghai Univ. Press, 1154 pp.
- Nonaka, R. H., Y. Matsuura and K. Suzuki (2000) Seasonal variation in larval fish assemblages in relation to oceanographic conditions in the Abrolhos Bank region off eastern Brazil. *Fish. Bull.*, 98: 767-784.
- Ozawa, T. (1986) Studies on the oceanic ichthyoplankton in the western north Pacific. Kyushu Univ. Press, Fukuoka, 430 pp.
- Okazaki, Y., H. Nakada and S. Kimura (2002) Effects off frontal eddies on the distribution and food availability of anchovy larvae in the Kuroshio Extension. *J. Mar. Freshwat. Res.*, 53: 403-410.
- Pielou, E. C. (1966) Shannon's formula as a measure of specific diversity: its use and misuse. *The American Naturalist*, 100 (914): 463-465.
- Richardson, S. L., J. L. Laroche and M. D. Richardson (1980) Larval fish assemblages and associations in the north east Pacific Ocean along the Oregon coast, Winter-Spring. 1972-1975. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 2: 671-699.
- Suzuki, T. and Y. Konishi (1986) Distribution of larval fish and copepod nauplius in Tosa-Bay in 14-15 April 1981. *Fish. Biol. Oceanogr. South-Western Waters Jpn.* 1986; 2: 15-25.
- Tzeng, W. N. and Y. T. Wang (1992) Structure, composition and seasonal dynamics of the larval and juvenile fish community in the mangrove estuary of Tanshui River, Taiwan. *Mar. Biol.*, 113: 481-490.
- Tzeng, W. N. and Y. T. Wang (1993) Hydrography and distribution dynamics of larval and juvenile fishes in the coastal waters of the Tanshui River estuary, Taiwan, with reference to estuarine larval transport. *Mar. Biol.*, 116: 205-217.
- Tzeng, W. N. and Lee S. C. (1994) Fish species and fishery production of Yen-Liao Bay in Northeastern Taiwan. *Acta zool. Taiwan*, 5(2): 33-44.
- 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.
- Yeh, S. P. (1993) The composition, abundance, and assemblages of neustonic fish larvae along a transect off eastern Taiwan in January, 1992. *J. Fish. Soc. Taiwan*, 20(1): 15-26.
- Yeh, S. P. (1994) Offshore ichthyoplankton assemblage along northeast and southwest transects over the shelf break of north Taiwan. *J. Fish. Soc. Taiwan*, 21(2): 169-181.
- Yeh, S. P. (1998) Do hydrographic features limit the distribution of ichthyoplankton? A case study. *Bull. Natl. Pingtung Univ. Sci. Technol.*, 7(1): 1-12.

## Fish Larvae Assemblages in Relation to the Hydrographic Conditions in the Surrounding Waters of Taiwan During Summer 2007

Yu-Kai Chen<sup>1</sup>, Chia-I Pan<sup>1</sup>, Yu-Tzu Wang<sup>1\*</sup> and Dong-Chung Liu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Marine Fisheries Division, Fisheries Research Institute

<sup>2</sup> Fisheries Research Institute

### ABSTRACT

In order to understand the species composition and distribution of fish larvae assemblages in relation to environmental factors in the surrounding waters of Taiwan, sampling cruise was carried out at 62 stations around waters of Taiwan in July 2007. A total of 3614 larvae representing 190 taxa in 93 families were identified. The mean abundance was  $240.86 \pm 217.48$  ind./1000 m<sup>3</sup>. Ten dominant taxa included Sciaenidae (10.44%), *Auxis* spp. (8.58%), *Diaphus* B (5.45%), Bothidae (3.87%), *Bregmaceros* spp. (3.85%), Gobiidae (3.46%), Carangidae (2.88%), Gobiidae type 1 (2.83%), Labridae (2.68%) and Ammodytidae (2.03%) which occupied 46.07% of the total larvae collected. The differences in geographical distribution of fish larvae abundance and species diversity around waters of Taiwan were observed. High abundance of fish larvae was found in the northwestern and northern waters off Taiwan, and low abundance was found in the eastern and southwestern waters off Taiwan. However, the distribution pattern of species diversity was on the opposite. BIO-ENV analysis indicated that the species composition in the northwestern and northern waters off Taiwan was mainly affected by salinity, but in the eastern and southwestern waters off Taiwan it was affected by temperature.

**Key words:** fish larvae, species composition, environmental effects

---

\* 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