

台灣西南海域鯷科仔稚魚漁況與水文環境變動關係之研究

洪慶宏¹·李明安²·謝豐任²·潘佳怡²·王敏昌^{1*}·李國添²

¹行政院農業委員會水產試驗所 海洋漁業組

²國立台灣海洋大學 環境生物與漁業科學學系

摘要

本研究以漁獲統計量、生物採樣、衛星遙測及現場水文觀測資料，配合主成分分析法解明 2003 年 4 月 ~ 2004 年 4 月，台灣西南海域鯷科仔稚魚漁況及其與環境變動之關係。研究期間漁場內水文環境隨季節而有所變動，水溫大約介於 22.25 ~ 29.4 °C 間，鹽度則介於 31.02 ~ 34.92 psu 之間。至於枋寮地區 2003 年 1 月 ~ 2004 年 5 月之魩仔魚月別漁獲量與單位努力漁獲量 (CPUE)，分別介於 1,155 ~ 71,755 kg/month 與 60.8 ~ 539.5 kg/day/boat 之間。在漁獲魚種組成方面，以異葉公鯷及刺公鯷為主要優勢魚種，平均來游率佔 95% 以上，但隨時序推移，可能受到不同性質水團的影響而魚種來游比率亦隨之改變。當受到相對高溫低鹽的南海水影響時，異葉公鯷的來游比例會提高；而受到相對低溫高鹽的黑潮支流影響時，刺公鯷的來游比例較高。此外，隨著海流向岸推移，鯷科仔稚魚漁況亦有增加之現象，但隨著加入群之成長漁獲體長漸長，漁獲量則漸漸減少。另一方面，鯷科仔稚魚漁況亦與浮游動物之橈足類及毛顎類的豐度，分別呈負與正相關關係，前者應是餌料生物關係，故隨著漁場範圍內之鯷科仔稚魚來游比例越高，則其餌料生物橈足類比例越少；而後者則可能與外洋水之推移有關。

關鍵詞：鯷科仔稚魚、水文環境

前言

鯷科的仔稚魚俗稱為魩仔魚。鯷科魚類因為體型小、成長快、生產力高、生命週期短，游泳不快，所以屬於非密度依存型魚種 (density-independent species)。在發育階段的過程中，組織及器官都剛剛形成，結構不夠堅強，游泳能力欠佳，因此鯷科仔稚魚之分布實態與來游率極易受外在環境之左右。台灣近海鯷科魚類的主要優勢魚種為暖水性的刺公鯷 (*Encrasicholina punctifer*) 和異葉公鯷 (*E. heteroloba*) 與冷水性的日本鯷 (*Engraulis japonicus*) (Lee *et al.*, 1994; Yu and Chiu, 1994)，前者之棲息水溫為 25 ~ 29 °C，而後者為 23 ~ 26 °C (Lee, 1991)。由於鯷科仔稚魚體形呈長

條狀，體色為半透明，主要攝食浮游動物，屬次級消費者 (Uotani, 1985)，且為許多經濟性 (如：鯖、鰹、鮪) 或非經濟性魚種 (如：皮刀、魷) 之天然的餌料生物之一 (Ozdamar *et al.*, 1991)，因此可將其視為海洋初、次級生產力轉化為較高能階的重要媒介。

枋寮漁場位於台灣西南海域，為本省主要鯷科仔稚魚漁業的三大漁場之一 (Fig. 1)，漁場作業水深介於 10 ~ 50 m 之間，漁場範圍北起林邊溪，南迄楓港溪。西側外圍則為 50 m 水深等深線，由楓港附近沿著海岸線向北延伸，並在枋寮附近凸向岸側，形成枋寮峽谷，致使漁場大致呈北寬南窄之煙斗狀分布。

過去有關本海域鯷科仔稚魚漁況變動之研究，發現水溫、鹽度及餌料生物為其主要影響因子 (Mitani and Hasegawa, 1988; 陳, 1991; Lee *et al.*, 1995)。隨後，陳 (2002) 指出 1998 年後，台灣周邊水域之海面表水溫距平均值達 0.66 °C 以

*通訊作者 / 基隆市和一路 199 號. TEL: (02) 2462-2101 轉 2309; FAX: (02) 2462-3110; E-mail: m91310008@hotmail.com

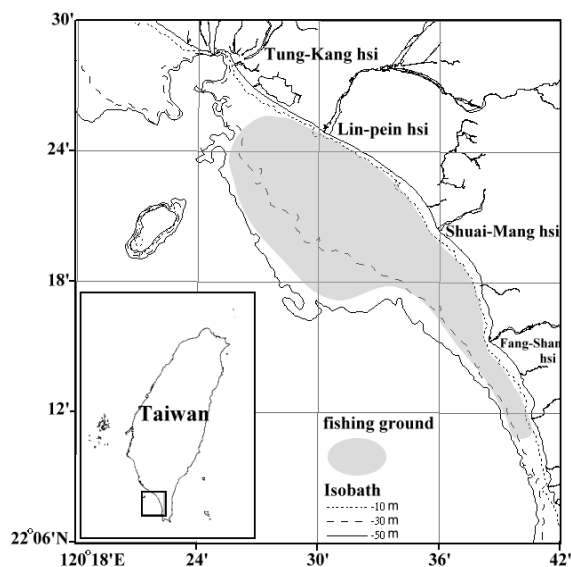


Fig. 1 Topography and the fishing ground of the larval anchovy along the coastal waters of Fangliao, southwestern Taiwan.

上；而 Lee (1991) 則探討冷水性日本鯷與暖水性公鯷屬間來游特性與環境變動特性；Lee *et al.* (1995) 更進一步指出，台灣周邊水域鯷科仔稚魚之魚種組成，似乎隨大環境改變而逐漸由暖水性公鯷屬取代，成為優勢來游魚種。但當來游優勢魚種轉換成暖水性魚種時之漁海況變動關係則未述及。緣此，本研究於2003～2004年期間，同步收集本海域之漁況資訊及相關環境因子，利用主成分分析法解明鯷科仔稚魚漁況變動及其與環境因子間之關係。

材料與方法

一、水文環境監測資料

(一) 現場觀測

本研究利用海研三號和民間漁船合隆興號於2003年1月～2004年5月期間，在枋寮率芒溪口外固定測站 (120°33'E；22°18'N) 及漁場作業位置 (Table 1) 利用溫鹽深度探測儀 CTD (conductivity-temperature-depth profiler) 進行水文環境資料探測，藉以了解研究期間之水文環境分布特性。另外，氣象觀測資料之風速和降雨資料

等則取自中央氣象局恆春測候所。

(二) 衛星遙測

遙測資料係利用高解析影像接收系統 (HRPT)，並依據曾 (1988) 與 O'Reilly *et al.* (1998) 方法擷取出衛星水溫及葉綠素濃度 ASCII 的數值。此外，本研究亦選取漁場範圍內 (120°30'～36'E 與 22°12'～18'N) 與漁場範圍外 (120°18'～24'E 與 22°18'～24'N) 之表面水溫資料，利用天野 (1990) 的溫度梯度運算法，推測兩海域海流流向和流速之變動特性。

二、生物資料

(一) 仔稚魚漁獲資料

本研究漁獲資料係於2003年1月～2004年5月間，收集枋寮漁會之鯷科仔稚魚日別漁獲量、努力量 (船組數)、作業經緯度紀錄。同時將漁獲之生物樣本，存放於80%之酒精溶液中，並於實驗中進行分類處理。分類方法係依據 Wang and Tzeng (1997) 所制定之簡捷種類鑑別法，篩選出日本鯷、刺公鯷及異葉公鯷等三種魚種。

(二) 浮游動物樣本

1. 樣本採集

浮游動物採集係利用浮游動物網 (網長約 2 m，網口直徑 0.58 m，網目大小 330 μm)，加掛重錘，以斜拖的方式採集離底 5 m 至海水表層間之浮游生物。將所採集的生物樣本存放於 5～10% 之福馬林海水溶液固定之。此外，亦於網口結附一流速流量計，紀錄其濾水量，以調查該海域單位體積內浮游動物之生物量和個體數。

2. 生物量

採得之浮游動物樣本帶回研究室後，以微量天秤測定過濾紙淨重，再將浮游動物標本緩慢倒入過濾紙，將海水溶液濾掉，同時利用真空抽水幫浦加快過濾速度，並盡可能地將海水溶液與浮游動物分離，放置於微量天秤上量測其濕重，所測得之重量減去濾紙淨重即為浮游動物之生物量。

Table 1 Biomass, locations and depths of sampling stations, and biomass of zooplankton

Date	Latitude(N)	Longitude(E)	Depth(m)	Biomass(g/1000m ³)
Feb., 2003	120°32.25'	22°20.63'	25	47.66
Mar., 2003	120°35.95'	22°16.70'	30	56.90
Apr., 2003	120°32.23'	22°19.63'	27	63.87
May, 2003	120°34.59'	22°16.38'	48	13.89
Aug., 2003	120°33.86'	22°19.26'	25	31.36
Sep., 2003	120°35.17'	22°20.87'	10	67.75
Oct., 2003	120°37.90	22°14.74'	22	23.64
Nov., 2003	120°37.31'	22°17.81'	13	53.80
Dec., 2003	120°36.02'	22°19.44'	12	49.45
Jan., 2004	120°35.67'	22°20.61'	10	74.41
Feb., 2004	120°37.80'	22°17.43'	12	52.48
Mar., 2004	120°33.24'	22°20.28'	22	72.27
Apr., 2004	120°35.76'	22°18.72'	14	50.53
May, 2004	120°35.46'	22°20.07'	13	25.66

3. 種類鑑定

首先以浮游生物分割器將樣本分割，將每個測站的浮游動物樣本分割至個體量大約1000 ~ 1500隻左右之子樣本 (大森與池田, 1976)，並以山路 (1986)、鄭等 (1991)、千原與村野 (1997) 與 Chihara and Murano (1997) 之分類文獻為依據，區分成橈足類 (Copepoda)、毛顎類 (Chaetognatha)、十足類 (Decapoda)、有尾類 (Appendicularia)、枝腳類 (Cladocera)、端足類 (Amphipoda)、多毛類 (Polychaeta)、翼足類 (Pteropoda)、水母類 (Medusae)、海樽類 (Thaliacea)、介形類 (Ostracoda)、異足類 (Heteropoda)、有孔蟲 (Foraminifera)、放射蟲 (Radiolaria)、棘皮動物幼生 (Echinodermata larvae)、魚卵 (fish egg)、仔稚魚 (fish larvae)、蟹類幼生 (crab zoea)、藤壺幼生 (barnacle larva) 及其他，共計二十個大類群，並計數各種類之個體數，以了解浮游動物種類組成。

三、主成份分析法

主成份分析法 (principal component analysis, PCA) (Johnson *et al.*, 1988) 是一種多變項的統計程序，係將許多因子相關之變數轉換成新的獨立

變數，這些新的變數為原變數的線性組合，且使得原變數的變異大都集中於少數新變數上，以便精簡太多而複雜的變數，並進一步討論新變數間影響之關係 (彭, 2002)。

分析過程先將選取之因子經標準化及分離出低相依性的變數後，代入SAS (Statistical Analysis System) 軟體中的主成份分析模組；因子經集中後，漁況與環境因子便能在較簡單的座標維度中完成比較，進而對影響鯷科仔稚魚漁獲量之主要環境因子加以探討。

結 果

一、漁況變動

(一) 漁獲量變動

2003年1月 ~ 2004年5月枋寮地區之魷仔魚漁獲量與CPUE之變動情形，其中6~8月為禁漁期 (Fig. 2)。在本研究海域魷仔魚月別漁獲量與CPUE分別在1,035 ~ 78,355 kg 與 69 ~ 539.5 kg/day/boat 間變動。整體而言，主要漁期可分為春、秋兩季。其中2003年春漁期以2月份漁獲量

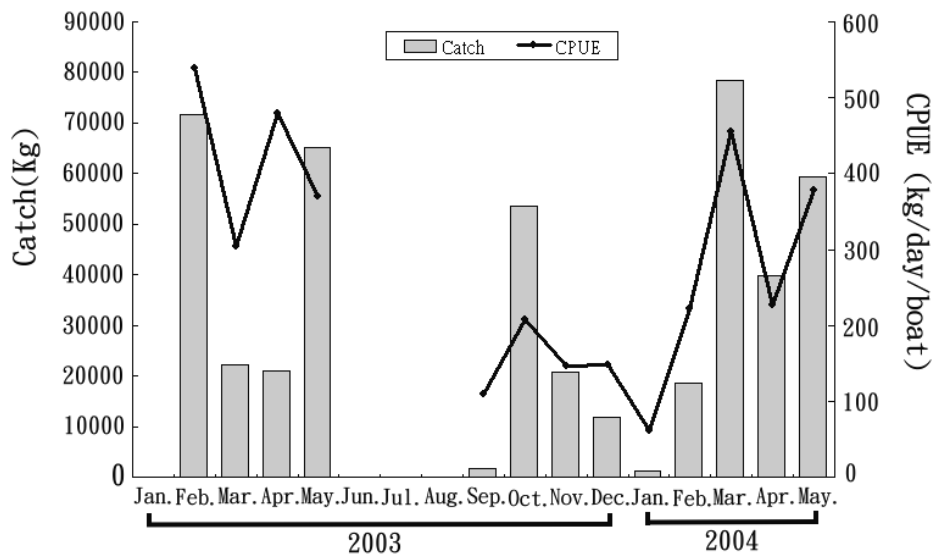


Fig. 2 Monthly catch and catch per unit effort (CPUE) of the larval anchovy fishery in the coastal waters of Fangliao between February 2003 and May 2004.

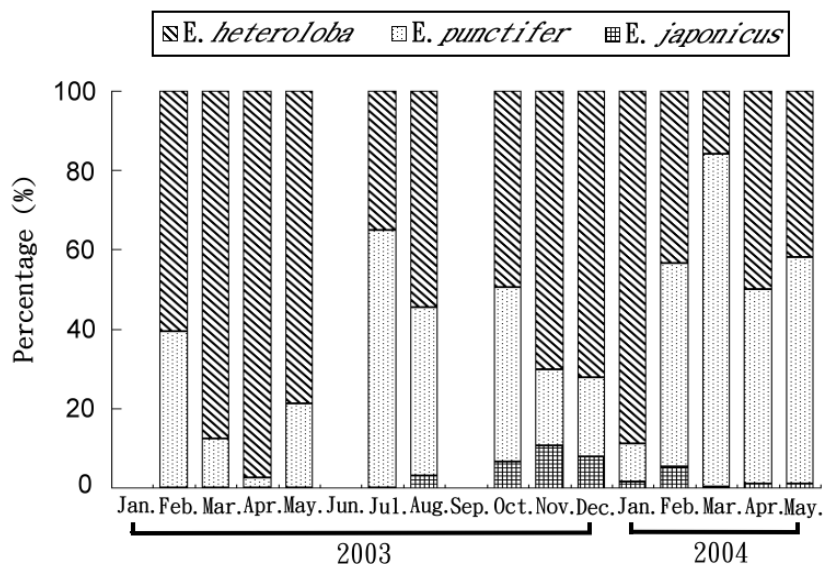


Fig. 3 Percentage compositions of the larval anchovy in the coastal waters of Fangliao between February 2003 and May 2004.

最高，高達 71,755 kg，平均 CPUE 為 539.5 kg/day/boat；而秋漁期漁獲量最高月份為 10 月份，總漁獲量為 53,683 kg，平均 CPUE 為 208.1 kg/day/boat。至於 2004 年春漁期則 3 月份漁獲量最高，高達 78,355 kg，平均 CPUE 為 455.6 kg/day/boat。

(二)魚種組成

在鰵科仔稚魚漁獲魚種組成之變動方面，枋

寮海域鰵科仔稚魚來游魚種組成隨時間推移而有所不同 (Fig. 3)。由 2003 年春、秋漁期及 2004 年春漁期之鰵科仔稚魚種類組成變動觀之，各漁期之異葉公鰵、刺公鰵及日本鰵之來游比率 (%) 分別為 74.9、25.1、0；57.5、34.7、7.8；30.1、68.8、1.1，平均為 54.2：42.9：2.9。此一現象顯示調查期間，枋寮海域鰵科仔稚魚以公鰵屬之異葉公鰵與刺公鰵為主要優勢魚種，而日本鰵平均來游比率則低於 5%。

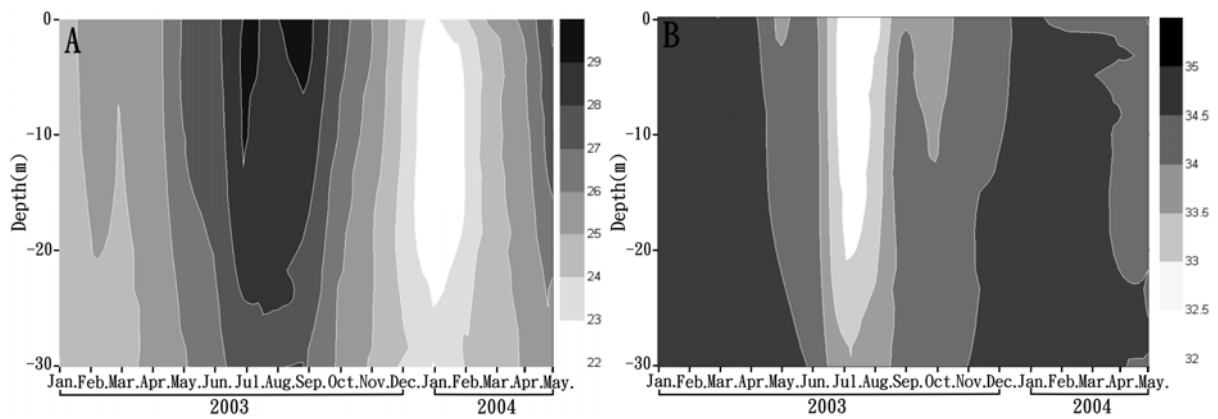


Fig. 4 Vertical distributions of temperature and salinity at the station at 120°33'E, 22°18'N between January 2003 and May 2004. A, temperature (°C); B, salinity (psu).

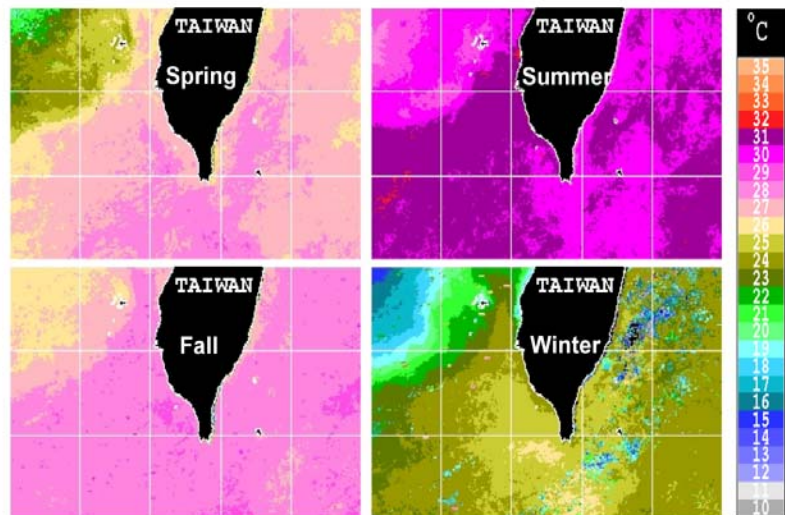


Fig. 5 Seasonal variation in sea surface temperature (SST) in the waters off southwestern Taiwan indicated by this NOAA AVHRR image.

二、環境變動

(一) 水文環境資料

2003 年 1 月至 2004 年 5 月間枋寮海域率芒溪口 (120°33' E; 22°18' N) 之海水垂直斷面溫度與鹽度的分佈圖 (Fig. 4)，垂直溫度隨著季節的變動有所不同，2003 年 7、8 月間溫度最高，溫度分布範圍為 28.26 ~ 29.4 °C；2004 年 1、2 月間溫度最低，溫度分布範圍為 22.25 ~ 23.86 °C。在鹽度分布變化情形中，鹽度在 31.02 ~ 34.92 psu 之間變動，平均為 34.42 psu。其中以 2003 年 7、8 月鹽度最低，鹽度分布範圍為 31.02 ~ 32.97 psu；以 2003 年 2 月鹽度最高，鹽度分布範圍為 34.82 ~ 34.92 psu。

(二) 衛星遙測觀測值

海水表層溫度 (SST) 之分布特性隨著時序推移而有所差異 (Fig. 5)。其中在春季時 (3 ~ 5 月間)，此時開始受到黑潮支流入侵的影響，水溫漸漸升高，變動範圍約在 24 ~ 28 °C 間；夏季時 (6 ~ 8 月間) 則完全受到高水溫的黑潮支流或南海暖水入侵所影響，水溫範圍約在 29 ~ 30 °C 間；秋季 (9 ~ 11 月間) 則與春季相似；而進入冬季時 (12 ~ 2 月間)，隨著大陸沿岸冷水經由台灣海峽南下，將台灣暖水阻擋於雲彰隆起以南，間接影響到西南海域之水溫，水溫範圍約在 22 ~ 26 °C 間。葉綠素濃度亦隨時序之推移而有所不同，大致上平均

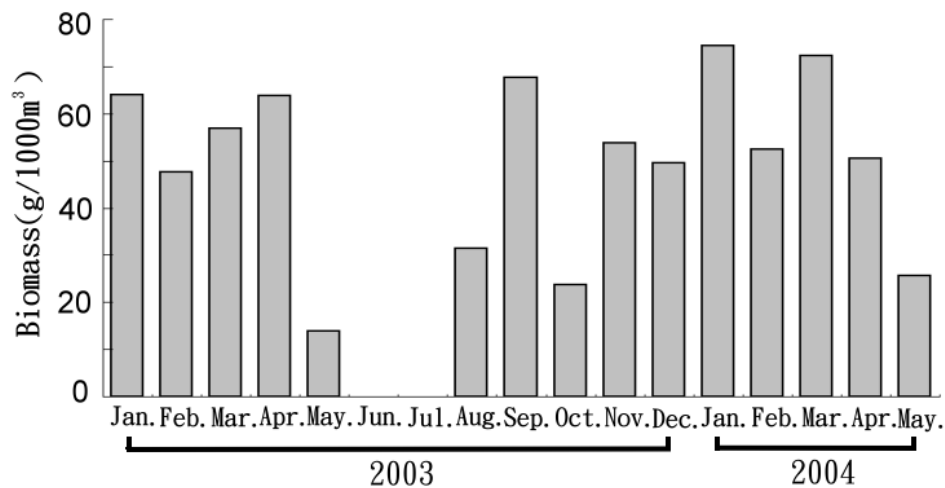


Fig. 6 Monthly change in the biomass of zooplankton in the waters off southwestern Taiwan.

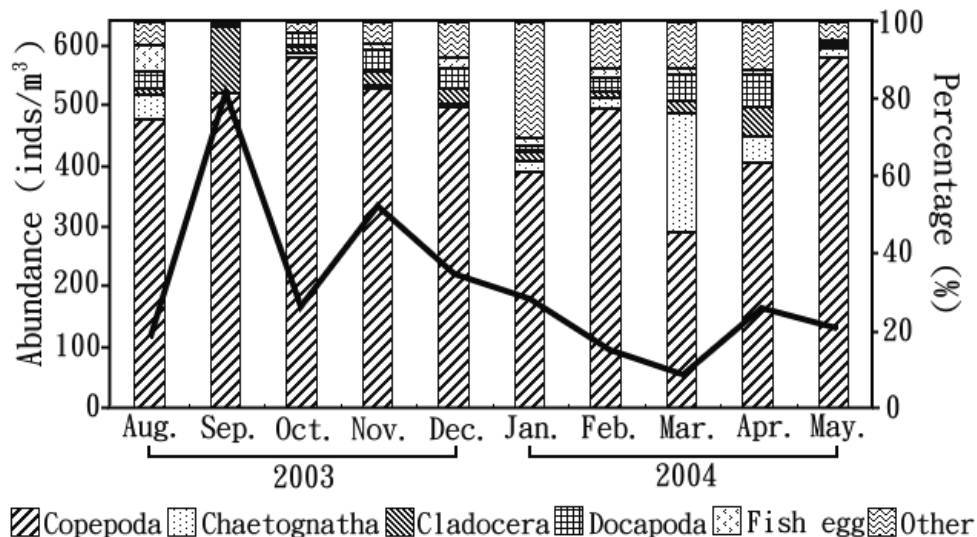


Fig. 7 Monthly abundance(solid line) and composition of the zooplankton in the fishing ground along the coastal waters of Fangliao between August 2003 and May 2004.

葉綠素濃度約在 $0.319 \sim 2.163 \text{ mg/m}^3$ 間變動，最高濃度出現在 2003 年 11 月，最低則在 2004 年 4 月。

(三) 浮游動物之變動

1. 生物量

本海域浮游動物之生物量隨時序推移而改變 (Fig. 6)。月別平均浮游動物之生物量介於 $13.89 \sim 74.41 \text{ g/1000m}^3$ 間變動，最高密度出現在 2004 年 1 月，而密度最低的月份則出現在 2003 年 5 月、10

月與 2004 年 5 月，分別為 13.89 、 23.64 和 25.66 g/1000m^3 。

2. 豐度和種類組成

2003 年 8 月至 2004 年 5 月枋寮海域漁場範圍內浮游動物豐度與種類組成之月別變動 (Fig. 7)。以豐度而言，2003 年 9 月份之浮游動物豐度最高，總豐度高達 509 inds./m^3 ；最低豐度發生之月份 2004 年 3 月，僅 57 inds./m^3 ；整體而言，浮游動物月平均豐度為 208 inds./m^3 。

至於浮游動物之物種組成方面，則以橈足類

Table 2 The monthly catch per unit effort (CPUE) of the larval anchovy and hydrographic environment for principal component analysis (PCA)

Principal component	Eigenvalue	Proportion	Cumulative
PRIN 1	5.134	0.428	0.428
PRIN 2	2.379	0.198	0.626
PRIN 3	1.797	0.150	0.776
PRIN 4	1.556	0.130	0.906
PRIN 5	0.544	0.045	0.951
PRIN 6	0.403	0.034	0.984
PRIN 7	0.129	0.011	0.995
PRIN 8	0.059	0.005	1

Variable	PRIN1	PRIN 2	PRIN 3	PRIN 4
X1	-0.310	0.451	-0.019	-0.083
X2	0.129	-0.484	-0.403	0.136
X3	0.241	0.170	0.334	0.475
X4	0.279	-0.121	0.449	-0.216
X5	0.061	0.366	-0.091	0.583
X6	-0.373	0.184	0.153	-0.241
X7	0.265	-0.125	0.256	-0.338
X8	-0.328	-0.189	-0.258	-0.094
X9	0.253	0.377	-0.319	-0.294
X10	-0.260	-0.382	0.301	0.287
X11	0.423	0.093	0.110	-0.091
X12	0.347	-0.062	-0.395	0.066

X1, sea surface temperature (5m); X2, sea surface salinity (5m); X3, seaWiFS chlorophyll a concentration; X4, average wind speed; X5, monthly rainfall; X6, current index (in fishing ground); X7, current index (off fishing ground); X8, CPUE of the larvae anchovy; X9, percentage of the *Encrasicholina heteroloba* in the total larvae anchovy; X10, percentage of the *Encrasicholina punctifer* in the total larvae anchovy; X11, body length of the larvae anchovy; X12, biomass of the zooplankton.

所佔之比例最高，約 45.6 ~ 90.8%，豐度介於 26 ~ 415 inds./ m³ 間，其次依序為毛顎類、支腳類、蝦類及魚卵，平均約佔浮游動物之 2.7%，7.1%，3.8% 及 1.5%。

三、影響鯷科仔稚魚漁獲量之主要環境因子

Table 2 係透過主成分分析 (PCA) 簡化出影響 2003 年 4 月 ~ 2004 年 4 月間鯷科仔稚魚月別漁獲量之主成分分析一覽表。表中列有各主成份 (principal component, PRIN) 之特徵值 (eigenvalue)、解釋變異之百分比 (proportion) 及累積百分比 (cumulative proportion)。其中，累積的解釋變異之百分比愈大，則表示所選擇之主成份

軸愈足以說明原來變數之變動趨勢與分散情形。表中所列第一至第四主成分共集合了 90.6% 的變量，其中第一、二主成分之因子結構與漁況及海況變動因子有關，且累積的解釋變異達 62.6%，而第三、四主成分之因子結構則僅與海況 (表面鹽度與葉綠素濃度)，及氣象因子 (平均風速與降雨) 有關。為探討月別 CPUE 與各環境因子之關係，本研究乃選取第一至第二主成分中特徵向量較大之因子加以說明。

Figure 8 為各月別之第一、第二主成分得點散佈圖，圖中橫軸右側是表示第一主成份的因子特徵向量中較大之正值，主要解釋變異因子有鯷科仔稚魚魚體長和浮游動物生物量；而橫軸左側則表示第一主成份中因子特徵向量較大的負值，主要解釋變異因子有表層平均海水溫度、海流指標

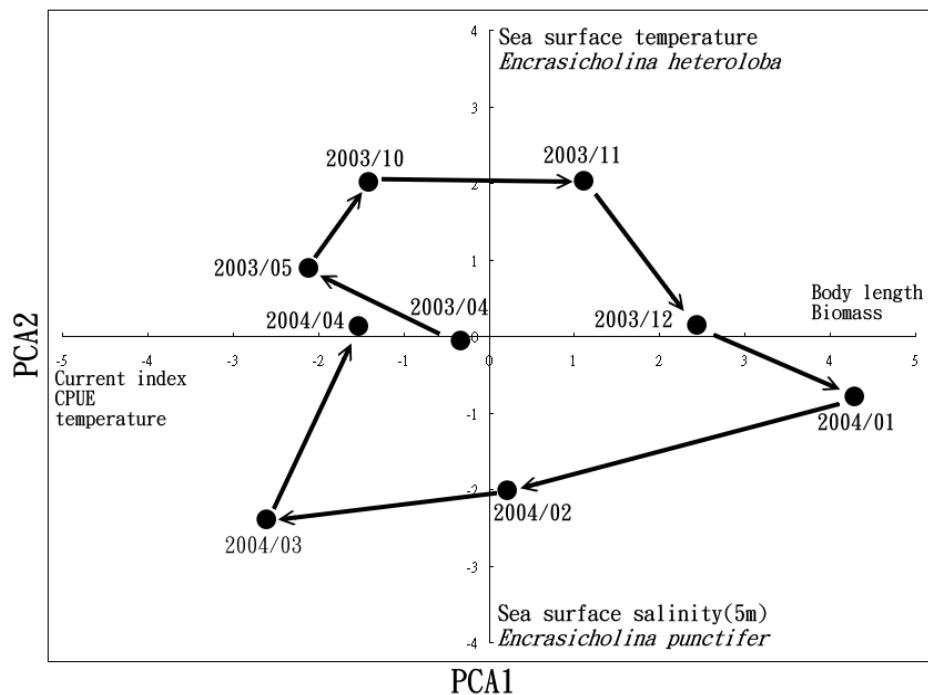


Fig. 8 Scatterplot of loadings and scores (solid circles) corresponding to the first two principal components (the arrow indicates the moving scores by month).

(漁場範圍內) 和鯷科仔稚魚單位努力漁獲量；而縱軸上方側是表示第二主成份的因子特徵向量中較大之正值，主要解釋變異因子有表層平均海水溫度和異葉公鯷出現機率；而縱軸下方側則表示第二主成份中因子特徵向量較大的負值，主要解釋變異因子有表層平均海水鹽度和刺公鯷出現機率。換句話說，在海水表面溫度較高時，鯷科仔稚魚之漁獲量較高。同時發現，本海域鯷科仔稚魚漁況與漁場範圍內之海流指標呈正向關係。如 Fig. 9 所示，在範圍內海流指標大小的方向，以向岸推移之 000 ~ 090 度為主 (天野, 1990)，此一現象暗指當海流指標為正，且溫度梯度變化大並向岸推移時，此時漁獲量亦較高。另一方面，隨著漁獲體長之增加，其漁獲量則有降低的現象，而此時浮游動物生物量則較高。至於第二主成分之結果似乎隱含著隨著海水鹽度增加，刺公鯷出現機率增加；反之，則異葉公鯷之出現機率增加。再由月別主成分得點推移觀之，2003 年 4、5 月春漁期及秋漁期期間，表層平均海水溫度開始增高，且漁獲量較高時，相對的浮游動物生物量較低，而隨時序推移從 11 ~ 12 月至翌年 1 月時，漁

獲體長漸增，浮游動物之生物量較高，而漁獲量則不高。

討 論

本研究利用主成分分析解明影響漁況變動的主要水文環境因子，此一期間，鯷科仔稚魚的種類組成主要優勢魚種以暖水性之異葉公鯷及刺公鯷為主，而冷水性之日本鯷平均來游比率則降至 5% 以下。陳 (2002) 指出 1994 ~ 2001 年本海域漁獲魚種有隨時序推移而產生魚種交替之現象。在 1994 ~ 1997 年間，本海域春漁期漁獲魚種仍以日本鯷為優勢魚種，魚種組成佔 76.4% 以上，但 1998 年以後，來游之優勢魚種則由日本鯷轉變為公鯷，此一現象應與大環境變動特性有關 (Kawasaki, 2001)。陳 (2002) 認為在 1994 ~ 1997 年間，本海域之海洋表面水溫離均差 -0.03°C 約略在平均值上下變動，故來游魚種仍以日本鯷為優勢，但 1998 年以後，表面水溫離均差已達 0.66°C 以上，來游魚種則以公鯷為主。由於公鯷屬魚

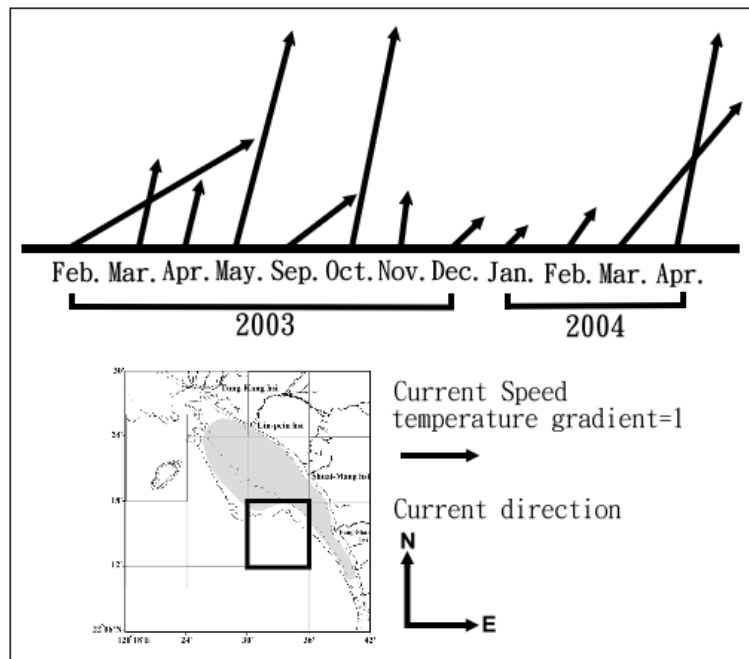


Fig. 9 Monthly abundance (solid line) and composition of the zooplankton in the fishing ground along the coastal waters of Fangliao between August 2003 and May 2004.

種之刺公鯢與異葉公鯢均屬暖水性魚種，適水溫範圍為 25 ~ 29 °C (Lee, 1991)。陳 (1996) 進一步指出刺公鯢和異葉公鯢為同屬魚種，兩者出現的時間相近、外型相似，但依高斯原理 (Gause's rule) 可推定刺公鯢仔魚和異葉公鯢仔魚應有不同的生態地位 (niches)，藉以減輕彼此間之生存壓力。

根據 FAO (1988) 資料顯示出異葉公鯢和刺公鯢的分布位置重疊性極高，主要呈橫長型地理分布，南北向分布於南北緯 20 度間，東西向分布範圍則自台灣東南部沿海至印度尼西亞、菲律賓群島間均有其分布，最南則可達澳洲北部海域。不過異葉公鯢多分布在菲律賓、印度尼西亞、澳洲等沿岸水域，而刺公鯢分布範圍較離岸且較異葉公鯢分布為廣，最遠可達西經 155 度附近。另外，根據丘 (1999) 調查出台灣周邊海域刺公鯢和異葉公鯢之分布，可發現異葉公鯢之分布主要在台灣西南、東北和北部海域；而刺公鯢之分布主要在台灣東北和東部海域。緣此，本研究海域進一步以高水溫離均差時期之來游魚種公鯢屬的漁況變動加以探討時發現，隨著溫鹽環境條件之改變，公鯢屬來游魚種組成特性亦不相同。

在第二主成分中刺公鯢來游率、異葉公鯢來

游率、海水鹽度與溫度之因子特徵向量分別為 -0.38、0.38、-0.48 與 0.45，也就是刺公鯢與異葉公鯢來游率的特性似乎與海水溫度及鹽度高低有關。郭 (2004) 利用群集分析法來區分水團，發現影響刺公鯢與異葉公鯢主要棲息分布水域之水溫特性並不明顯，相較下南中國海水域之水溫略高；主要不同點為海水鹽度高低的差異。Nitani (1972) 指出在呂宋海峽東側之黑潮水域為北赤道海流之流經範圍，其鹽度約在 34.9 psu 左右，然而，南中國海水域之海水鹽度則略低，約在 34.7 psu 以下 (Yang *et al.*, 1988)。這些研究論述可間接證實刺公鯢與異葉公鯢之棲息環境有些微差異，前者較偏棲息於環境鹽度較高之水域，後者則棲息於鹽度較低之水域內，而隨著黑潮水勢力及西南季風導致南海暖水入侵本海域之強弱與與推移現象，致使本海域來游之優勢魚種亦發生改變。亦即，當枋寮海域受到相對高溫低鹽的水團影響時，異葉公鯢的來游率則增加，反之，在相對低溫高鹽水團影響下，刺公鯢來游率則較高。

另一方面，本研究透過天野 (1990) 之溫度梯度變動分析法，在漁場範圍內中心海域裡，溫度梯度向量指向岸邊側時，鯢科仔稚魚漁業之漁況

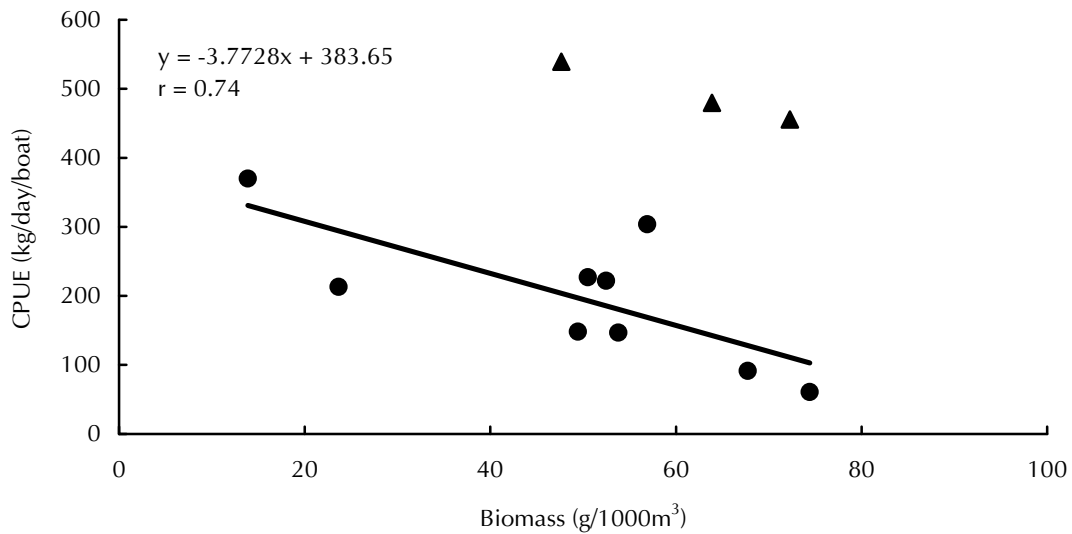


Fig. 10 Relationship between the monthly catch per unit effort (CPUE) of larval anchovy and the biomass of zooplankton. (▲ indicates monthly data excluded from this correlation analysis).

較佳；反之則較差。根據朱 (1963) 及陳 (1980) 所述，剛孵化後的仔魚要成長至具有游泳能力，且到可抗拒海流至少要 5~6 天以上，但是鯷科成魚洄游至 100 ~ 200 m 等深線附近水域產卵 (Mitani, 1988)，卵孵化後到卵黃囊吸收完時約需 3~4 天 (近滕, 1969)。Mitani (1988) 以相模灣海域日本鯷仔稚魚每 3 日之分布特性與海流推移消長情形相比對時發現，隨著海流之推移，越近岸仔稚魚之年齡越大，亦即此期間仔稚魚受到海流之推送，至漁場內進行索餌，而海流的推送將為成為關鍵指標之一。

此外，鯷科仔稚魚漁況變動與漁獲體長呈負相關關係 (Table 2)，此一現象與 Lee (1991) 之結果相吻合，在鯷科仔稚魚有加入漁場之現象時，漁獲體長較小，但隨著加入群之成長，漁獲體長漸增，而漁獲量則逐漸減少。

值得注意的是，CPUE 與浮游動物生物量之主成分分析結果亦顯示兩者呈負相關關係。浮游動物通常以浮游植物、原生動物或更小的浮游動物為食物來源，屬於初級消費者，但本身則成為其他較大型浮游動物或魚類的食物來源 (Gee, 1989)，且 Uotani (1985) 認為鯷科仔稚魚以橈足類為主要餌料，因此進一步由浮游動物組成結構考察，並暫時不考慮毛顎類大量發生之月份，只選取以橈足類為優勢之月份時，鯷科仔稚魚月別

CPUE 則與浮游動物生物量的變動關係為負相關，相關係數可達 0.74 (Fig. 10)。此外，Hirakawa *et al.* (1997) 對日本鯷做胃內含物分析時，發現它們胃中主要的食物是 *Paracalanus* 和 *Oithona* 屬的橈足類，而這兩屬的橈足類在臺灣海峽中數量多 (藍, 2002)，但隨著海域別之不同，其餌料生物種類組成與比例亦隨之改變；Plounevez and Champalbert (1999) 探討比斯開灣鯷科仔稚魚之食性時，亦有類似之結論。本研究尚未進一步將橈足類鑑定至種的階段，未能得知橈足類組成彼此之間的關係，其對鯷科仔稚魚變動之影響，則是日後有待努力之方向。

根據鄭等 (1991) 的研究報告中描述，毛顎類的分佈依據溫度及鹽度的不同將其區分成不同的類群，且其特殊的生態分佈習性，常被作為某特定水團或海流的指標種。在中國海及鄰近水域根據毛顎類的分佈與海流及水團相關性的分析指出，*Aidanosagitta crassa* 為黃海水團及日本內海低鹽水的指標種；而 *Flaccisagitta enflata* 及 *Flaccisagitta hexaptra* 則為南海外海水系和東海黑潮 (Kuroshio) 流系之指標種。戴 (1995) 則發現屬於高溫高鹽類型的種類，*Pterosagitta draco* 及 *Serratosagitta pacifica*，在中國沿岸海域的分佈是受外洋高鹽暖水影響的種類，所以認為這兩個種類可以當作沿岸水域是否被外洋高鹽暖水入侵

的指標種；孟等 (1996) 在東海黑潮區浮游動物分佈的研究裡指出，毛顎類中屬於熱帶外海種的 *Pseudosaguttalyra* 可以作為黑潮指標種，此物種出現的水域可顯示為黑潮水的勢力範圍。因此，配合將毛顎類繼續鑑定至種，以藉由毛顎類和水團之分布關係，解明鯷科仔稚魚與海流推移之互動關係，此部分有待進一步究明。

綜上所述，本研究利用衛星遙測、現場生物採樣與水文觀測及主成分分析已經闡明 2003 ~ 2004 年間，枋寮海域高水溫時期之來游魚種以公鯷屬之刺公鯷與異葉公鯷為主，並且隨著水文環境之改變，來游魚種之比例亦有不同，當本海域受到相對低溫高鹽之黑潮支流影響時，刺公鯷來游率增加，反之在西南季風盛行時，相對高溫低鹽的南海水則促使異葉公鯷之來游率增加。此外，隨著海流向岸推移，鯷科仔稚魚漁況亦有增加之現象，且隨著加入群之成長漁獲體長漸長，漁獲量則漸漸減少。至於其與浮游動物間之餌料生物或水文推移關係，仍有待收集更多的資料加以佐證。

謝辭

農委會經費補助計畫編號：93 農科-9.1.1-漁-F1-7-2。

參考文獻

- 山路勇 (1986) 日本プランクトン海洋圖鑑. 保育社出版, 442pp.
- 大森信, 池田勉 (1976) 浮游動物之生態研究法. 共立出版株式會社, 229pp.
- 千原光雄, 村野正昭 (1997) 日本產海洋プランクトン圖鑑. 東海大學出版會, 152pp.
- 天野良平 (1990) 人工衛星情報による魚場環境と魚群分布. 熊野灘の海洋條件と漁業振興. 海洋研究會報, 54(1): 41-46.
- 丘臺生 (1999) 台灣的仔稚魚. 國立屏東海洋生物博物館, 296pp.
- 朱祖佑 (1963) 台灣近海之海洋狀況. 台灣大學漁業生物試驗所研究報告, 1(4): 29-44.
- 近藤惠一 (1969) カタクチイワシ資源學的研究. 東海區水產研究報告, 60: 29-81.
- 孟凡, 陳士群, 吳寶鈴 (1996) 東海黑潮區浮游動物的生物量分佈. 海洋學報, 18(5): 82-106.
- 陳宗雄 (1980) 臺灣沿岸魷魚資源調查研究. 臺灣省水產試驗所報告, 32: 219-233.
- 陳楊宗 (1991) 淡水河口產希氏銀帶鯷與島嶼銀帶鯷仔稚魚的攝食生態. 國立台灣大學漁業科學研究所碩士論文, 130 pp.
- 陳章玲 (1996) 宜蘭灣刺公鯷和異葉公鯷的初期成長與死亡. 國立台灣大學海洋研究所碩士論文, 70 pp.
- 陳彥民 (2002) 衛星遙測應用在台灣東北與西南海域鯷科仔稚魚漁況變動之研究. 國立台灣海洋大學漁業科學學系碩士論文, 96 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, 91 pp.
- 彭昭英 (2002) SAS 與統計分析. 儒林圖書有限公司, 53-72 pp.
- 曾一中 (1988) 大氣衛星遙測學. 國立編譯館, 630 pp.
- 鄭重, 李少菁、許振祖 (1991) 海洋浮游生物學. 水產出版社, 501-526 pp.
- 戴燕玉 (1995) 中太平洋西部毛顎類的生態研究. 海洋學報, 17(4): 101-106.
- 藍揚麒 (2002) 台灣海峽內不同水團橈腳類之分布特性. 國立台灣海洋大學漁業科學學系碩士論文, 73 pp.
- Chihara, M. and M. Murano (1997) An illustrated guide to marine plankton in Japan. Tokai Univ. press, Japan, 649-1004.
- Gee, M. (1989) An ecological and economic review of meiofauna as food for fish. J. Linn. Soc. Lond. Zool., 96: 243-261.
- Hirakawa, K., T. Goto, and M. Hirai (1977) Diet composition and prey size of larval anchovy, *Engraulis japonicus*, in Toyama Bay, southern Japan Sea. Bull. Jap. Natl. Fish. Res. Inst., 7: 67-78.
- Johnson, R. A. and D. W. Wichern (1988) Applied multivariate statistical analysis. Prentice Hall International, 340-437.
- Kawasaki, T. (2001) Global warming could have a tremendous effect on the world fisheries production. J. International Fisheries, 4(1): 17-21.
- Lee, M. A. (1991) Fundamental studies on the hydroacoustic abundance assessment and fishing condition fluctuation of larval anchovy in the coastal water of Fang-Liao. Ph. D. Dissertation, Taiwan Ocean Univ., 214pp.
- Lee, M. A., Lee, K.T. and Chou, S.C. (1993) Estimation of the biomass of larval anchovy along the coastal waters of Fang-Liao by Hydro acoustic method. J. Fish. Soc. Taiwan, 20(2):105-112.
- Lee, M.A., Lee, K.T., and Shiah, G.T. (1994) Seasonal changes in commercial catches of larval anchovy in the southwest coastal waters of Taiwan. J. Fish. Soc. Taiwan, 21:49-56.
- Lee, M. A., K. T. Lee, and G. T. Shiah (1995) Environment factor associated with the formation of larval anchovy fishing ground in the coastal

- waters of southwestern Taiwan. *Mar. Biol.*, 121(4): 621-625.
- Mitani, I. and T. Hasegawa (1988) The shirasu fishing ground formations and sea surface salinity change in Sagami Bay. *Bull. Jap. Soc. Fish. Oceanogr.*, 52(4): 297-303.
- Nitani, H. (1972) Beginning of The Kuroshio. *In* Kuroshio, Physical Aspect of the Japan Current (H. Stommel and K. Yashida, eds.), University of Washington, 129-163.
- O'Reilly, J. E., S. Maritorena, B. G. Mitchell, D. A. Siegel, K. L. Carder, S. A. Garver, M. Kahru and C. McClain (1998) Ocean color chlorophyll algorithms for Sea WiFS. *J. Geo. Res.*, 103(C11): 24937-24953
- Ozdamar, E., K. Kihara and I. Erkoyuncu (1991) Some biological characteristics of European anchovy *Engraulis encrasicolus* L. in the Black Sea. *J. Tokyo Univ. Fish.*, 78: 57-64.
- Pepin, P. and R. Penney (2000) Feeding by a larval fish community – impact on zooplankton. *Marine Ecology-Progress Series*, 204: 199-212.
- Plounevez, S. and G. Champalbert (1999) Feeding behavior and Tropic environment of *Engraulis encrasicolus* (L.) in the Bay of Biscay. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 49: 177-191.
- Wang, Y. T. and W. N. Tzeng (1997) A Quick Method to Identify Engraulid Fish Larvae in the Tanshui River Estuary of Northern Taiwan. *Acta Zool. Taiwanica*, 8(2): 39-55.
- Whitehead, P. J. (1988) Clupeoid fishes of the world (suborder Clupeoidei). *FAO Fisheries Synopsis.*, 125(7): 1-2.
- Uotani, I. (1985) The relation between mode and feeding habit of the anchovy larvae. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 51(7): 1057-1065.
- Yang, Y., L. Li and Z. Wang (1988) Characteristics of average T-S, S-Z, and T-Z curves of the South China Sea. *Tropic Oceanology*, 7: 54-59.
- Yu, P. T. and T.S. Chiu (1994) Fishery target species of larval anchovy fishery in the western central Taiwan. *J. Fish. Soc. Taiwan*, 21: 227-239.

Short-term Variation in the Larval Anchovy Fishery Associated with the Hydrographic Environment in the Waters off Southwestern Taiwan

Ching-Hung Hung¹, Ming-An Lee², Feng-Jen Hsieh², Jia-Yi Pan²,
Ming-Chang Wang^{1*} and Kuo-Tien Lee²

¹Marine Fisheries Division, Fisheries Research Institute

²Department of Environmental Biology and Fisheries Science, National Taiwan Ocean University

ABSTRACT

The fishing conditions of the anchovy larval fishery and the hydrographic environment in the waters off southwestern Taiwan were investigated during the period of January 2003 to May 2004. Temperature varied between 22.3 and 29.4 °C and salinity between 31 and 34.9 psu. The monthly catch varied between 1,155 and 71,755 kg and the catch per unit effort (CPUE) between 60.8 and 539.5 kg/day/boat. The anchovy larvae were dominated by *Encrasicholina heteroloba* and *E. punctifer*, which contributed 95% to the total number of larvae, while the larvae of *Engraulis japonicus* comprised less than 5%. The abundance of *E. heteroloba* and *E. punctifer* larvae changed with the water mass. *Encrasicholina heteroloba* was abundant when the South China Sea Warm Current prevailed, while *E. punctifer* was abundant when the Kuroshio Branch Current prevailed; the Kuroshio has a higher salinity than the South China Sea Warm Current. The monthly CPUE of larval anchovy was positively related to the temperature gradient of sea surface temperatures, and negatively related to the body length of the fish. The abundance of larval anchovy in relation to the zooplankton composition is discussed.

Key words: larval anchovy, hydrographic environment

*Correspondence: Marine Fisheries Division, Fisheries Research Institute, 199 Hou-Ih Road, Keelung, Taiwan. TEL: 2462-2101ext. 2309; FAX: (02) 2462-3110; E-mail: m91310008@hotmail.com