

臺灣周邊海域帶魚屬仔稚魚之豐度與水文環境分布研究

潘佳怡·陳郁凱*·蘇博瑩·王友慈

行政院農業委員會水產試驗所海洋漁業組

摘要

本研究於 2007、2008 及 2009 年間按季於臺灣周邊海域 62 個測站進行採集，11 個航次共採得帶魚屬 (*Trichiurus*) 仔稚魚 229 尾，春季航次採得仔稚魚 133 尾，樣本數為各季節中最高的，仔稚魚主要分布於臺灣海峽與臺灣北部海域，西南海域及東部海域近岸處也有少量的分布；冬季，仔稚魚主要分布於臺灣北部及東北部海域，海峽及西南海域亦有少量的分布；夏、秋兩季仔稚魚則無明顯的分布趨勢。相關分析顯示，春、夏時期仔稚魚多分布於較低水溫處，與湧升冷水有關，而冬、春、夏時期仔稚魚豐度亦與浮游動、植物等餌料來源有正相關。本研究顯示帶魚屬仔稚魚豐度具有明顯的季節變化與年間差異，且春季為其生殖高峰，可能係由於不同水系在臺灣海峽交會混合，浮游動、植物等餌料受水團影響而存在明顯的季節變化，致使帶魚為仔稚魚索餌提供有利的條件而產生適應季節變化的產卵行為，因此冷暖水團勢力消長及季節變化所造成的水文環境變化可能是影響周邊海域帶魚屬仔稚魚分布特徵的原因。

關鍵詞：帶魚、仔稚魚分布、豐度

前言

帶魚科 (*Trichiuridae*) 魚類全世界計 3 亞科 10 屬 39 種，臺灣紀錄 2 亞科 5 屬 9 種 (臺灣魚類資料庫, 2016)，其中帶魚屬 (*Trichiurus*) 魚類體型側扁身長如帶，俗稱白帶魚，英文名 cutlass fish、ribbon fish，為兇猛的肉食性魚類，廣泛地分布於朝鮮半島、日本南部、中國大陸沿岸、臺灣、印尼、菲律賓、印度、非洲東岸及紅海等熱帶及溫帶水域 (Nakamura and Parin, 1993; Cheng *et al.*, 2013)。臺灣周邊海域均有其分布，尤其西岸及東北部沿海產量較高，主要的漁法為底拖網，定置網、流刺網及手釣 (石, 2004)。帶魚屬的魚類為臺灣周邊海域重要的經濟漁獲物種，根據中華民國漁業統計年報，自 1985 年起，帶魚在臺灣周邊海域的產量於 1989 年達到高峰，約有 42,856 mt (Fig. 1)，而後呈現遞減的趨勢。至 1990 年代後期，帶魚年產量逐

年減少至 10,000 mt 以下，2000 年以後每年變化不大，但 2009 年後產量持續逐年下降。產值方面受到產量影響，同樣在 1990 年代後期銳減至 6 億元以下，2000 年以後多在 4-6 億元間波動，受到近年魚產品價量關係之消長，2009 年後產值並未因產量下滑而有明顯減少。過去研究指出臺灣周邊的帶魚屬應分為三個物種 (曾, 2009)，惟目前官方漁業統計資料仍將其歸類為同一類別。

臺灣沿近海帶魚之種類認定，早期以肥帶魚 (*Trichiurus lepturus*) 及瘦帶魚 (*Trichiurus japonicus*) 進行分類 (Lee *et al.*, 1977)，漁民俗稱為肥帶及瘦帶。Jean and Lee (1979) 針對肥帶魚及瘦帶魚進行生殖生物學研究；Chen and Lee (1982) 則利用耳石探討其年齡與成長。其後未見相關研究，直到石 (2004) 才進一步參考前人研究將臺灣產帶魚分為三種進行分析，並發現此三種帶魚在分布海域、成長及生殖上皆有不同，惟該研究僅採取部分縣市沿近海樣本，無法得知其於周邊海域分布之全貌。曾 (2005) 研究指出，臺灣海域白帶魚實際上有三種，分別是 *T. lepturus*、*T. nanhaiensis*、*T. brevis*。之後曾 (2009) 分別利用形

*通訊作者 / 基隆市和一路 199 號, Tel: (02) 2462-2101 ext. 2305; Fax: (02) 2463-3110; E-mail: ykchen@mail.tfrin.gov.tw

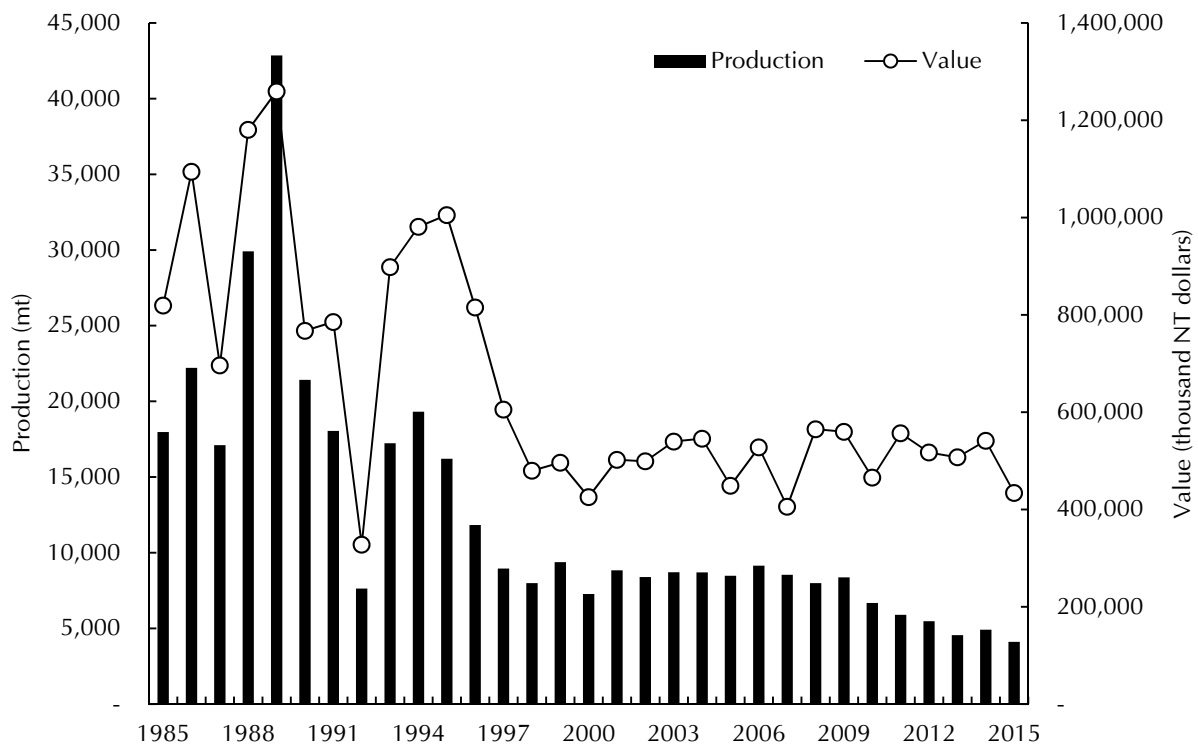


Fig. 1 Annual fisheries production of the cutlassfish in terms of weight (metric ton) and NT dollars (in thousands) from coastal fisheries of Taiwan during the period from 1985 to 2015 (data source: Fisheries Yearbook, Taiwan area).

態及粒線體 DNA 進行分析的結果，均認為西北太平洋區的白帶魚複合體 (*T. lepturus* complex) 應分為白帶魚 (*T. lepturus*)、日本帶魚 (*T. japonicus*) 及南海帶魚 (*T. nanhaiensis*) 3 物種。此外，尚有陳 (2003) 以東北角海域船釣活動進行帶魚漁業相關探討，Chiou *et al.* (2006) 針對臺灣西南海域產白帶魚 (*T. lepturus*) 進行食性研究。有關帶魚屬仔稚魚之分布，則散見於許多海洋環境及仔稚魚調查報告 (丘, 1999; 潘, 2007; 謝, 2007; 陳, 2010; Hsieh and Chiu, 2002; Wang *et al.*, 2013; Lee *et al.*, 2013; Chen *et al.*, 2014)，較缺乏有系統性的論述。

過去國內有關帶魚之研究，多著重於成魚的生殖生理、年齡成長以及分類學等方面，針對其仔稚魚數量與分布之研究則相當缺乏，採樣地點多隨航次不同而改變，無法有系統地瞭解周邊海域帶魚仔稚魚之分布與季節變化，亦無法推測其成魚產卵場分布，因此本研究乃根據 2007 - 2009 年間的觀測資料來探討臺灣周邊帶魚屬仔稚魚棲息分布之時空變動，期能作為本資源持續利用與管理的科學基礎。

材料與方法

本研究係利用水試一號試驗船，分別於 2007 年 (1、5、7 月)、2008 年 (1、3、7、10 月) 及 2009 年 (1、5、8、10 月)，在臺灣周邊海域 62 個測站 (Fig. 2) 進行 11 個航次的仔稚魚樣本及水文資料蒐集，各採樣點之經、緯度及深度則如 Table 1 所示。使用 ORI 浮游生物網進行仔稚魚採集，網口直徑為 160 cm，網目為 330 μ m，網口中央結附流量計以計算網具過濾海水之體積。採集方式係將網具投放至水深 200 m (水深不足者施放至離底 5 m)，再以 1 m/s 速度斜拖上揚的方式進行採集，取得之浮游生物樣本以 5 - 10% 的福馬林海水溶液保存。水文資料則利用溫鹽深儀 (Seabird 9-11 Plus) 投放至 1000 m (水深不足則離底 5 m) 取得各測站溫度與鹽度之連續資料，並利用輪盤採水器分層採集水樣，利用輪盤採水器於 5 - 150 m 進行分層採集，水樣以液態氮 (-196 $^{\circ}$ C) 急速凍結。葉綠素甲 (chlorophyll-a) 則分別使用 10 μ m 篩絹及 0.7 μ m 濾膜，逐級過濾浮游植物後，遮光冷凍 (-20 $^{\circ}$ C) 保存攜回實驗室。

Table 1 Table showing the location and depth of the sampling stations in the surrounding waters of Taiwan from 2007 to 2009

Sampling Station	Latitude (N)	Longitude (E)	Depth (m)	Sampling Station	Latitude (N)	Longitude (E)	Depth (m)
1	24°52'	122°01'	427	32	22°00'	120°30'	358
2	25°00'	122°30'	1465	33	22°23'	120°20'	480
3	25°00'	123°00'	1670	34	22°30'	120°00'	639
4	24°31'	122°31'	570	35	22°30'	119°30'	237
5	24°29'	122°00'	1189	36	22°30'	119°00'	85
6	23°59'	121°48'	812	37	22°57'	119°06'	27
7	23°45'	122°00'	3450	38	23°00'	119°30'	73
8	23°45'	122°31'	3003	39	23°00'	119°55'	126
9	23°45'	123°00'	3647	40	23°30'	119°55'	103
10	23°00'	123°00'	5454	41	23°26'	119°30'	55
11	23°00'	122°30'	5534	42	23°30'	119°00'	49
12	23°00'	122°00'	4921	43	24°00'	119°00'	60
13	22°59'	121°29'	1746	44	24°00'	119°30'	62
14	22°40'	121°16'	1160	45	24°00'	119°59'	42
15	22°15'	121°00'	1208	46	24°30'	120°30'	50
16	22°15'	121°31'	700	47	24°30'	120°01'	61
17	22°15'	122°00'	4577	48	24°30'	119°30'	58
18	22°15'	122°30'	4853	49	25°00'	120°00'	53
19	22°15'	123°00'	3605	50	25°00'	120°30'	74
20	21°30'	123°00'	4928	51	25°05'	120°55'	77
21	21°30'	122°30'	4786	52	25°30'	120°31'	64
22	21°30'	122°00'	3470	53	26°00'	121°00'	82
23	21°30'	121°31'	2086	54	25°30'	121°00'	91
24	21°30'	121°01'	925	55	25°30'	121°29'	112
25	21°30'	120°30'	1803	56	26°00'	121°30'	68
26	21°30'	119°59'	2981	57	26°00'	122°00'	100
27	21°30'	119°31'	2976	58	26°00'	122°30'	105
28	21°30'	119°00'	2792	59	26°00'	122°59'	95
29	22°00'	119°00'	1515	60	25°30'	123°01'	763
30	22°00'	119°30'	2394	61	25°30'	122°30'	453
31	22°00'	120°00'	1145	62	25°30'	122°00'	118

營養鹽係使用分光光度計測定反應後的吸光值再換算其濃度，硝酸鹽 (NO_3^-) 採用鎘銅還原-偶氮法 (pink azo dye)，磷酸鹽 (PO_4^{3-}) 採用鉬酸藍法 (molybdenum)，矽酸鹽採用矽酸藍法 (Molybdosilicate)，葉綠素甲則係將濾後濾膜經 90% 丙酮低溫萃取 14 – 24 hr 後，以螢光光度計測定酸化前後的螢光值，計算出海域中葉綠素甲含量。各測站浮游動物樣本利用 Folsom 分割器以二分法將樣本分割為兩個子樣本，將子樣本中之全數仔稚魚置於解剖顯微鏡 (Nikon: SMZ645) 下進

行分類及計數，仔稚魚鑑定主要參考沖山 (1985)、王 (1987)、丘 (1999) 及 Moser *et al.* (1984) 等著作。仔稚魚密度值 (N, abundance; inds./1000m³) 係以子樣本中個體數除以浮游生物網濾水體積進行換算 (Hernandez *et al.*, 2011)。

本研究將各航次蒐集之水溫、鹽度、硝酸鹽、磷酸鹽、葉綠素甲、浮游動物及仔稚魚豐度等原始數據按季節合併，分為冬季 (2007/01、2008/01、2009/01)、春季 (2007/05、2008/03、2009/05)、夏季 (2007/07、2008/07、2009/08) 及秋季 (2008/10、

2009/10)，並利用相關分析 (pearson correlation analysis) 探討帶魚屬仔稚魚豐度與海洋環境因子間的關係。

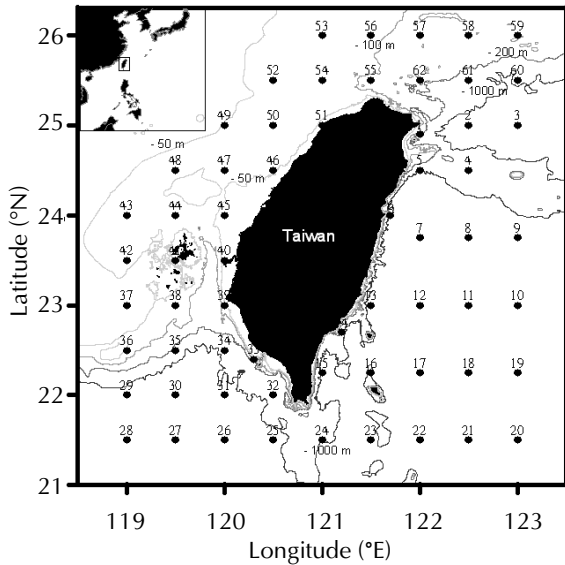


Fig. 2 Sampling stations (solid circle) designed for surveying fish larvae and environmental factors in the surrounding waters of Taiwan during the periods from 2007 to 2009.

結 果

本研究進行了 11 個航次之採樣，共捕獲帶魚屬仔稚魚 229 尾，樣本多屬尾柄脊索上彎前 (preflexion) 與尾柄脊索上彎 (flexion) 的發育階段，各航次捕獲尾數如 Table 2。

Table 2 Number of *Trichiurus* larvae collected in the surrounding waters of Taiwan in 2007 - 2009

Number of Catch	2007	2008	2009	Total
Winter	16	21	4	41
Spring	38	65	30	133
Summer	19	1	10	30
Autumn	-	6	19	25
			Total	229

春季各航次共採得仔稚魚 133 尾，樣本數是各季節中最高的，平均豐度為 12 inds./1000m³，2008 年 3 月第 37 測站出現最高值 80 inds./1000m³。

冬季共採得 41 尾，出現帶魚屬仔稚魚之測站平均豐度為 8 inds./1000m³，2008 年 1 月第 58 測站出現最高值 30 inds./1000m³。夏季採得 30 尾，秋季僅 2 航次採得 25 尾，最高豐度分別為 26 inds./1000m³ 及 40 inds./1000m³。在年別變化的部分，春季時仔稚魚豐度在各年間差異不大，而冬季與夏季時豐度的年間差異則較為明顯，2009 年冬季僅於 4 個測站捕獲 4 尾樣本，2008 年夏季僅於 1 個測站發現 1 尾帶魚屬仔稚魚。

本研究取用表層 5 m 數值繪製水溫分布圖，各航次採得樣本之豐度分布如 Fig. 3 所示，帶魚屬仔稚魚在臺灣周邊海域的豐度以春季最高，冬季、夏季及秋季均可捕獲但豐度較低。此外，本研究將出現帶魚屬仔稚魚之測站繪製溫鹽剖面圖 (T-S diagram) (Fig. 4)，並參考 Gong *et al.* (1996)、Ichikawa and Chaen (2000) 及 Jan *et al.* (2006) 等文獻以判別其所在位置之水團性質。

冬季時東北季風盛行，大陸沿岸低溫低鹽水與黑潮支流的高溫高鹽水分別佔據海峽北部與南部，兩者交會處形成海洋鋒面，仔稚魚主要分布於臺灣北部及東北部海域，海峽及西南海域亦有少量的分布 (Fig. 3)。2007 年 1 月，仔稚魚分布主要侷限在黑潮水影響範圍內 (Fig. 4)，在大陸沿岸冷水影響範圍內僅 1 測站捕獲；2008 年 1 月則有 2 捕獲測站在大陸沿岸冷水影響範圍內，其餘均出現在黑潮水影響範圍內；2009 年 1 月仔稚魚僅出現在黑潮水影響範圍內。綜上可以發現，冬季時，低溫之大陸沿岸水盤據臺灣海峽澎湖以北海域，其影響範圍內甚少出現帶魚仔稚魚，冷暖水交會之鋒面成為帶魚屬仔稚魚分布之界限。

春季時東北季風減弱，黑潮支流暖水越過雲彰隆起向海峽北部挺進，帶魚屬仔稚魚在各年間均密集出現於臺灣海峽及北部海域 (Fig. 3)，其次在西南海域及東部海域近岸處也有分布。由 T-S 圖可以發現，春季各航次出現帶魚屬仔稚魚之測站多受黑潮及黑潮支流水影響 (Fig. 4)。觀察春季時仔稚魚豐度與水溫之分布 (Fig. 3)，可發現仔稚魚多出現在臺灣海峽側水溫較低處，2008 年 3 月採樣時間點為初春，受東北季風影響，大陸沿岸冷水勢力仍佔據臺灣北部及臺灣海峽，南海表層水及黑潮支流暖水則侷限於海峽南部，此時帶魚屬仔稚魚主要出現在臺灣海峽水溫較低處，東部黑潮

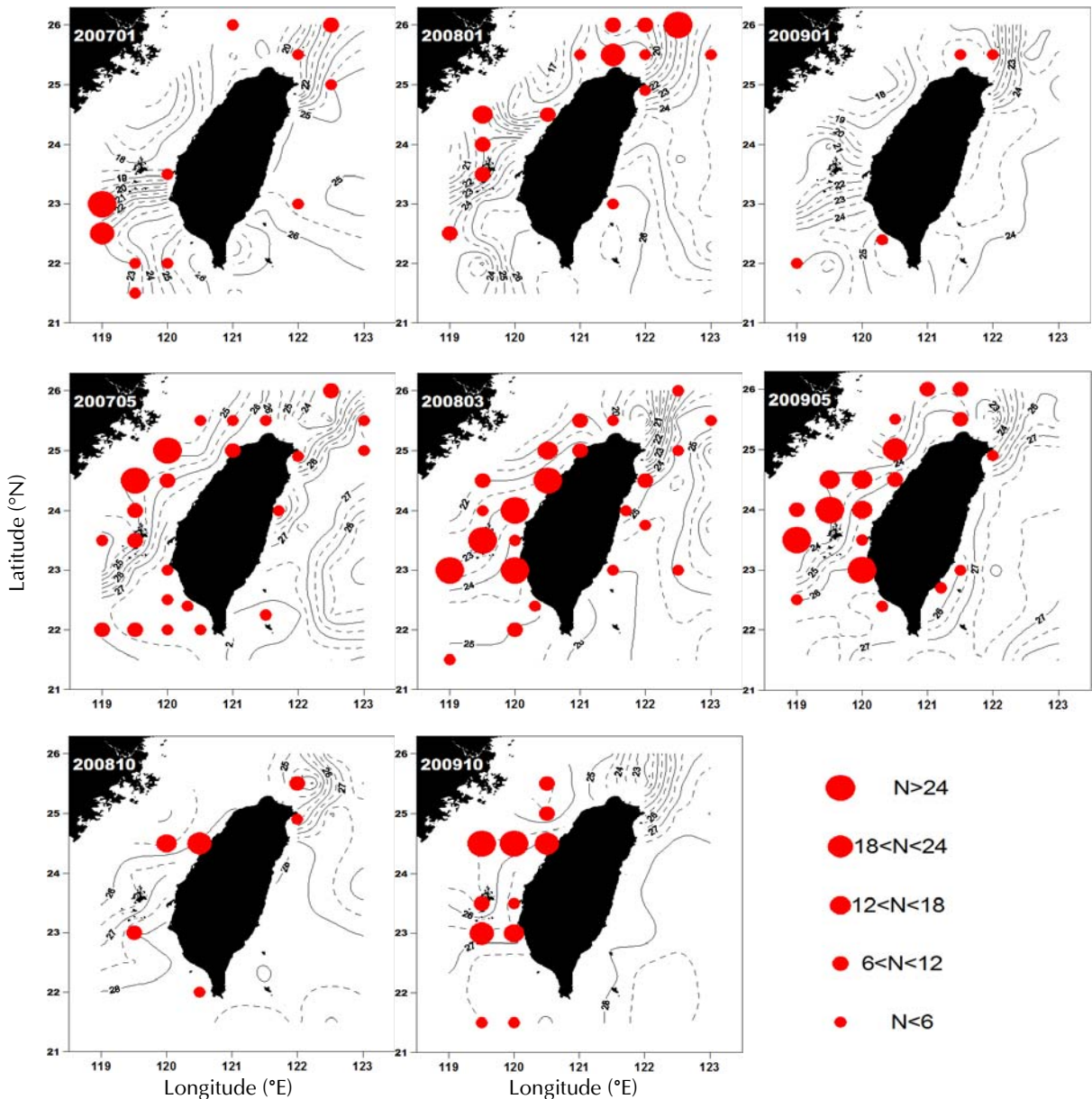


Fig. 3 Occurrence of *Trichiurus* larvae, superimposed on temperature distribution in 2007 to 2009 in the surrounding waters of Taiwan (Each circle indicates the density of larvae in inds./1000m³).

流域沿岸處則是零星分布。2009年5月仍可發現大陸沿岸冷水出現在海峽北部，此時帶魚屬仔稚魚主要出現在澎湖群島以北海域。2007年5月東北季風已經減弱，高溫低鹽的南海表層水與高溫高鹽黑潮支流混合水沿著澎湖水道進入臺灣海峽，此時自臺灣西南海域至海峽北部均有帶魚屬仔稚魚分布。

夏季西南季風盛行期間，南海表層水受西南季風推動經由澎湖水道往北流向東海南部，此時臺灣海峽由南至北為高溫低鹽南海表層水及黑

潮支流混合水所佔，周邊海域表層水溫普遍都在28-30°C之間，由T-S圖可以發現，夏季各航次出現帶魚屬仔稚魚之測站多受南海表層水及黑潮次表層水影響 (Fig. 4)。秋季進入東北季風與西南季風轉換期，東北季風漸漸吹起，大陸沿岸水逐漸南下，南海表層暖水及黑潮支流被侷限於海峽南部，此時出現帶魚屬仔稚魚之測站多受黑潮支流影響 (Fig. 4)，部分測站則受大陸沿岸水混合水影響。夏、秋兩季仔稚魚豐度分布較零星 (Fig. 3)，2007年7月主要出現在東北部海域，2009年10月則密

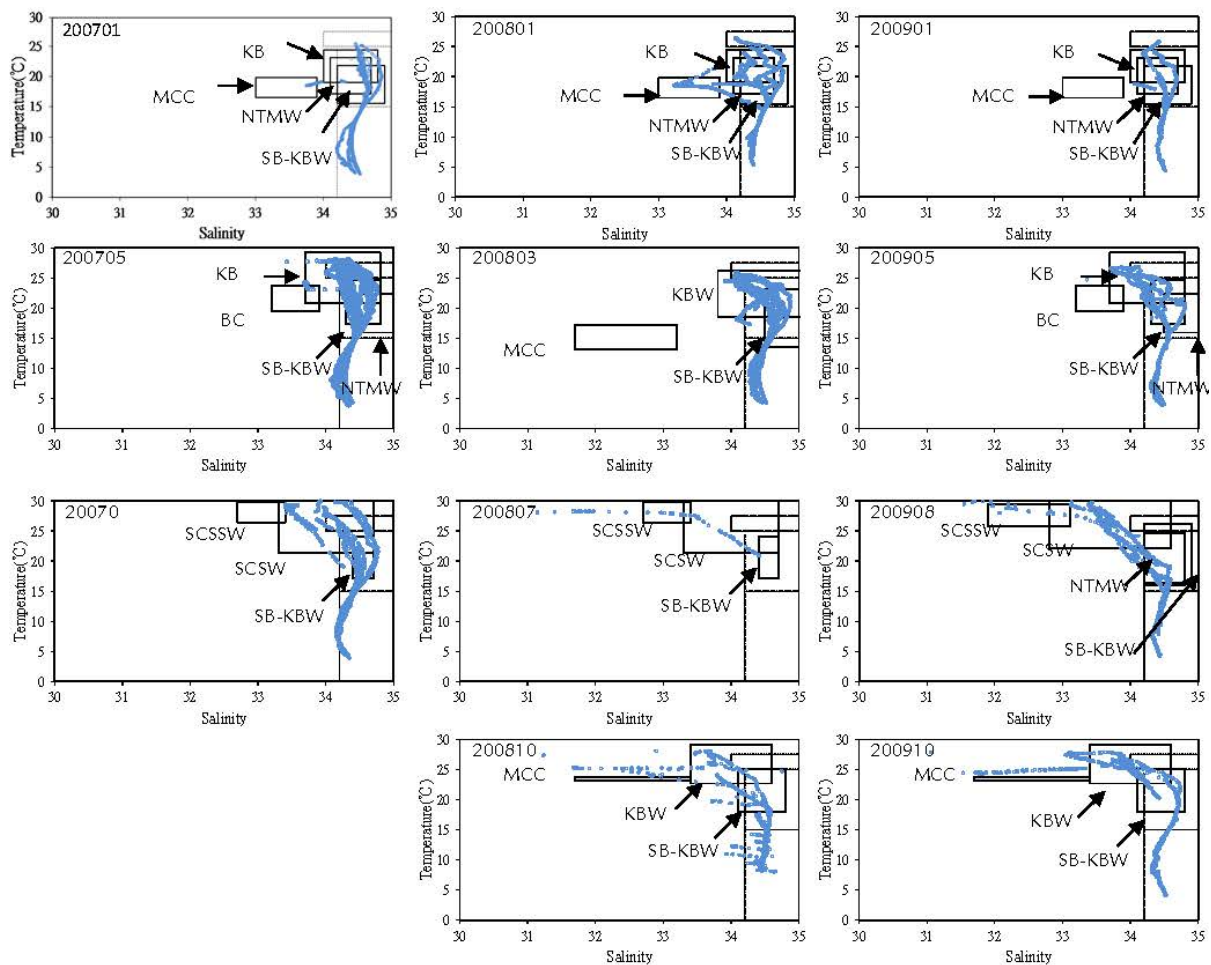


Fig. 4 The T-S diagrams for stations with positive presence of *Trichiurus* larvae within the study area. The water masses were defined by Gong *et al.* (1996), Ichikawa and Chaen (2000) and Jan *et al.* (2006). KSW, Kuroshio Surface Water; KSSW, Kuroshio Subsurface Water; KIW, Kuroshio Intermediate Water. KBW, Kuroshio Branch Water; NTMW, Northern Taiwan Mixed Water; SB-KBW, Subsurface Kuroshio Branch Water; MCCW, Mixed China Coastal Water; SCSSW, South China Sea Surface Water; BCW, summer Brackish Coastal Water.

集出現於臺灣海峽，其餘航次無明顯的分布趨勢。

相關分析結果顯示 (Table 3)，冬季時，帶魚屬仔稚魚豐度與葉綠素甲濃度及浮游動物豐度有顯著的正相關 ($p < 0.01$)；春季時，仔稚魚豐度與水溫負相關 ($p < 0.01$)，與葉綠素甲濃度及浮游動物豐度正相關 ($p < 0.01$)；夏季時，仔稚魚豐度與水溫負相關 ($p < 0.01$)，與磷酸鹽濃度正相關 ($p < 0.01$)，與浮游動物豐度正相關 ($p < 0.01$)；秋季時，仔稚魚豐度僅與磷酸鹽濃度負相關 ($p < 0.01$)。

討 論

臺灣沿近海帶魚之種類認定，在早期有 Lee *et al.* (1977) 及 Chen and Lee (1982) 指出帶魚應有

肥帶魚 (*T. lepturus*) 及瘦帶魚 (*T. japonicus*) 兩種，並可利用體長體高比和下顎齒將其區分；但其後再利用同功異構酶進行比較，認為肥帶及瘦帶應視為同一種，有效物種名為白帶魚 (*T. lepturus*) (Lee *et al.*, 1993)。王 (1992, 1993, 1994) 指出中國近海帶魚屬應有 *T. haumela*、*T. brevis* 及 *T. nanhaiensis* 三種，共有 8 個系群，後兩者為新種，*T. haumela* 及 *T. japonicus* 兩者為同一物種。曾 (2005) 利用形態和粒線體 DNA 進行比對，發現臺灣近海帶魚應有 3 個物種，分別為白帶魚 (*T. lepturus*)、南海帶魚 (*T. nanhaiensis*) 及短帶魚 (*T. brevis*)，經與 Lee *et al.* (1977) 及王 (1992) 所述形態對照，認為白帶魚 (*T. lepturus*) 與瘦帶、*T. haumela* 及 *T. japonicus* 三者為同一物種，南海帶

Table 3 Pearson's correlation coefficients between the environmental variables (pooled by season) collected in the surrounding waters of Taiwan in 2007 - 2009. Values are shown in bold when statistically significant ($p < 0.01$). X1: temperature, X2: salinity, X3: nitrate, X4: phosphate, X5: chlorophyll-*a*, X6: zooplankton, X7: *Trichiurus* larvae abundance

Winter	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
X1	1						
X2	0.59	1					
X3	-0.16	-0.29	1				
X4	-0.40	-0.38	0.72	1			
X5	-0.58	-0.24	0.37	0.50	1		
X6	-0.17	0.12	-0.07	-0.02	0.27	1	
X7	-0.19	0.06	0.17	0.22	0.30	0.52	1
Spring	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
X1	1						
X2	0.27	1					
X3	-0.46	-0.24	1				
X4	-0.55	-0.29	0.61	1			
X5	-0.52	-0.08	0.29	0.10	1		
X6	-0.10	0.02	-0.04	0.09	0.35	1	
X7	-0.18	0.03	-0.02	0.05	0.32	0.24	1
Summer	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
X1	1						
X2	0.26	1					
X3	-0.06	-0.12	1				
X4	-0.23	0.04	0.29	1			
X5	-0.58	-0.34	0.14	0.09	1		
X6	-0.32	-0.28	0.28	0.32	0.31	1	
X7	-0.21	-0.06	0.16	0.32	0.06	0.26	1
Autumn	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
X1	1						
X2	0.47	1					
X3	-0.75	-0.67	1				
X4	-0.60	-0.41	0.53	1			
X5	-0.60	-0.55	0.73	0.46	1		
X6	-0.65	-0.54	0.51	0.64	0.52	1	
X7	-0.25	-0.21	0.25	0.42	0.27	0.13	1

魚 (*T. nanhaiensis*) 與肥帶為同一物種。曾 (2009) 分別利用形態及粒線體 DNA 進行分析, 均認為西北太平洋區的白帶魚複合體 (*T. lepturus* complex) 應分為白帶魚 (*T. lepturus*)、日本帶魚 (*T. japonicus*) 及南海帶魚 (*T. nanhaiensis*) 3 物種。雖然根據曾 (2009) 最新研究, 將西北太平洋白帶魚

複合體之成魚分為 3 種, 然本研究於臺灣周邊海域所採得之仔稚魚, 在現階段尚無法由形態上判別 3 種帶魚仔稚魚之種間差異的狀況下, 乃以帶魚屬仔稚魚稱之再進行後續分析參考。惟根據石 (2004) 調查採樣結果, 臺灣海域所分布帶魚種類主要以白帶魚 (*T. lepturus*) 為主, 佔比在 84% 以上, 或

可作為仔稚魚種類佔比之參考。

性成熟的親魚在一定的季節進行繁殖，這種特定的繁殖季節是魚類對環境條件長期適應的結果，生活在不同環境的魚類即便同種，繁殖季節也不一定相同。分布於中國東海、黃海、日本與臺灣海域的 *T. lepturus*，可能存在 2 個生殖高峰 (Jean and Lee 1979; Suzuki and Kimura, 1980; Li, 1982; 石, 2004)，且生殖季節變動甚大，同一地點內採集的樣本生殖情形亦可能年間差異明顯 (Fukuyama, 1990; El-Hawet and Ozawa, 1996)，然而造成生殖季節變動的原因仍不清楚。有關臺灣海域帶魚生殖研究報告，石 (2004) 指出 *T. lepturus* 的生殖期主要集中在 3-7 月，次要的生殖期在 11、12 月左右，且似乎終年都有產卵的現象，*T. nanhaiensis* 生殖期則在 4-8 月間；Jean and Lee (1979) 研究顯示 *T. japonicus* 生殖期為 10 月至翌年 6 月，生殖高峰為 2-4 月。本研究所採得之帶魚屬仔稚魚在春季豐度最高，冬、夏、秋等季則豐度較低，分布亦有差異，可能係因本研究採得樣本涵蓋白帶魚 (*T. lepturus*)、日本帶魚 (*T. japonicus*) 及南海帶魚 (*T. nanhaiensis*) 等 3 個物種，參考過去相關研究可以得知，上述三種帶魚的生殖高峰均涵蓋 3-4 月 (Jean and Lee 1979; 石, 2004)，惟各物種全年生殖期仍有所差異，因此種間生殖期的差異可能是造成仔稚魚豐度與分布差異的部分原因。

臺灣周邊海域受到大陸沿岸水、黑潮水、黑潮支流及南海表層水的共同影響，其間的相互作用相當複雜，具有明顯的季節演變過程 (郭, 2004)。水溫是影響海洋生物洄游、分布、繁殖和生長的重要環境因子，臺灣西部海域因大陸沿岸水由北向南輸送與由南向北輸送的黑潮及南海暖水交會，易形成強盛的湧升渦流及潮境 (Fan, 1982; 邢, 2004; 蔡, 2007)。謝 (2007) 研究亦顯示，整體而言台灣周邊海域仔稚魚豐度多會與浮游動物豐度有顯著的相關性存在。本研究於臺灣周邊海域設 62 個測站進行大範圍的調查，雖無法直接觀測到潮境鋒面等較細緻的海域特性，然根據相關分析結果，春、夏時期仔稚魚多分布於較低水溫處，與湧升冷水有關，而冬、春、夏時期仔稚魚豐度亦與浮游動、植物數量等餌料來源的多寡成正相關，顯示湧升或水團交界處潮境結構，提供浮游動物良好的繁殖條件，進而為仔稚魚提供豐富的營養

物質，為影響周邊海域帶魚屬仔稚魚分布的重要因素。

觀察夏季時帶魚屬仔稚魚豐度與水溫之分布 (Fig. 3)，周邊海域為暖水包圍，水溫普遍在 27°C 以上，2007 年 7 月可發現東北部海域有較低溫之表層水，此時仔稚魚主要出現在此區周邊各測站，海峽處僅零星分布。2008 年 7 月及 2009 年 8 月之水溫分布趨勢與 2007 年 7 月類似，然而，2008 年仔稚魚的分布與 2007 及 2009 年迥異，2008 年夏季僅於澎湖南方 1 個測站發現 1 尾帶魚屬仔稚魚，其他海域均未發現帶魚屬仔稚魚，或許與 2008 年 2 月發生的寒害有關，惟確切原因仍有待深入研究。黑潮於臺灣東北部與東海陸棚交界處因終年湧升而擁有著高基礎生產力 (Tzeng and Lee, 1994; Chiu *et al.*, 1997)，臺灣海峽亦存在湧升及潮境 (Fan, 1982; 邢, 2004; 蔡, 2007)。透過相關分析可得知夏季時仔稚魚豐度與磷酸鹽濃度間呈正相關，與水溫存在負相關關係 (Table 3)。氮、磷等營養鹽是浮游植物繁殖和生長所必需的成份，特別在大量繁殖時常常成為主要的限制因子，在經歷了春季浮游植物的生長高峰後，海水中的營養鹽被大量消耗，到了夏季雨水豐沛，陸源氮、磷隨著河流的輸入，營養鹽的水平逐步回升，此時湧升及潮境等現象可將營養鹽帶至表層，而高含量的磷有利於藻類生長，提高基礎生產力，進而影響帶魚仔稚魚的豐度分布，因此營養鹽為夏、秋時期影響周邊海域帶魚仔稚魚豐度分布的重要因素。

丘 (1999) 指出，白帶魚 (*T. lepturus*) 仔稚魚在東部海域多為近岸型分布，在宜蘭灣以北則是離岸較遠的遠岸型分布，本研究中亦可發現類似的分布型態 (Fig. 3)，仔稚魚多分布於東部海域近岸處的第 1、5、6、13、14 等測站，而東北部海域的 58-62 測站則有較高的豐度。在謝 (2007) 的研究中，白帶魚 (*T. lepturus*) 為臺灣周邊海域第八優勢種仔稚魚，多出現於澎湖群島附近及臺灣北部海域，豐度並沒有明顯的季節性變化，主因係白帶魚多棲息於砂泥底質的水域，並認為海域地理環境狀況可能才是決定其分布情形的主要因素。整體而言，本研究中帶魚屬仔稚魚亦多分布於臺灣海峽及臺灣北部海域，惟與上述研究不同的是豐度具有明顯的季節變化與年間差異，且春季為其生殖高峰，可能係由於不同水系在臺灣海峽

交會混合，浮游動、植物等餌料受水團影響而存在明顯的季節變化，致使帶魚為仔稚魚索餌提供有利的條件而產生適應季節變化的產卵行為，因此，冷暖水團勢力消長及季節變化所造成的水文環境變化可能是影響周邊海域帶魚屬仔稚魚分布特徵的原因。

謝 辭

感謝本所海洋漁業組同仁多年來持續出海採樣，水試一號試驗船之努力協助，及審查委員提供的寶貴意見，本研究始能順利完成，謹此表達由衷謝意。

參考文獻

- 王友慈 (1987) 台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碩士論文, 306 pp.
- 王可玲 (1992) 南海帶魚遺傳變異及其分類的研究. 中國科學院海洋研究所, 2: 69-71.
- 王可玲 (1993) 中國近海帶魚分種的研究. 海洋學報, 15(2): 77-85.
- 王可玲 (1994) 中國近海帶魚種群生化遺傳結構及其鑑別的研究. 海洋學報, 16(1): 93-104.
- 丘臺生 (1999) 臺灣的仔稚魚. 國立海洋生物博物館籌備處, 296 pp.
- 石念祖 (2004) 台灣海域帶魚之年齡成長及生殖生物學研究. 國立臺灣海洋大學環境生物與漁業科學系碩士論文, 102 pp.
- 邢麗玉 (2004) 台灣海峽溶解有機氮、磷及營養鹽消耗程度分佈情形. 國立中山大學海洋地質及化學研究所碩士論文, 142 pp.
- 沖山宗雄 (1985) 日本產稚魚圖鑑. 東海大學出版會, 1154 pp.
- 陳德平 (2003) 臺灣東北沿岸水域白帶魚船釣分布實態與豐度估計之研究. 臺灣海洋大學環境生物與漁業科學系碩士論文, 67 pp.
- 陳人平, 潘佳怡, 李明安, 王友慈 (2010) 夏季臺灣東北部海域仔稚魚的時空分布動態之研究. 水產研究, 18(2): 1-16.
- 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.
- 曾志翔 (2005) 帶魚 (*Trichiurus* spp.) 之形態及基因變異. 國立臺灣大學動物學研究所碩士論文, 64 pp.
- 曾志翔 (2009) 印度-西太平洋帶魚之類緣地理及系群結構. 國立臺灣大學動物學研究所博士論文, 122 pp.
- 漁業署 (1985-2013) 中華民國臺灣地區漁業統計年報. 行政院農委會漁業署, 台北.
- 臺灣魚類資料庫 (2016) <http://fishdb.sinica.edu.tw/index.php>
- 潘佳怡 (2007) 台灣龜山島周邊海域仔魚群聚結構之時空變化. 國立臺灣海洋大學環境生物與漁業科學系碩士論文, 116 pp.
- 蔡沛紋 (2007) 臺灣海峽湧升流之研究. 國立臺灣師範大學地球科學系碩士論文, 73pp.
- 謝泓諺 (2007) 水文環境對台灣周邊海域仔稚魚群聚時空分布的影響. 國立中山大學海洋生物科技暨資源學系研究所博士論文, 206 pp.
- Chen, W. Y. and S. C. Lee (1982) Age and growth of the ribbonfishes *Trichiurus* (Perciformes: Trichiuridae) of Taiwan. Bull. Inst. Zool. Acad. Sin., 21(1): 9-20.
- Chen, W. Y., M. A. Lee, K. W. Lan and G. C. Gong (2014) Distributions and assemblages of larval fish in the East China Sea during the northeasterly and southwesterly monsoon seasons of 2008. Biogeosciences, 11: 547 - 561.
- Cheng, C. H., T. Kawasaki, K. P. Chiang and C. H. Ho (2013) Alternative assessment methods applied to the haritail (*Trichiurus lepturus*) stock in the Aru Sea as an example. J. Mar. Sci. Technol., 21 (Suppl.): 223-229.
- Chiou, W. D., C. Y. Chen, C. M. Wang and C. T. Chen (2006) Food and feeding habits of ribbonfish *Trichiurus lepturus* in coastal waters of southwestern Taiwan. Fish. Sci., 72(2): 373-381.
- 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.
- El-Haweet, A. E. and T. Ozawa (1996) Age, growth of ribbon fish *Trichiurus Japonicus* in Kagoshima Bay, Japan. Fish. Sci., 62(4): 529-533.
- Fan, K. L. (1982) A study of water masses in Taiwan Strait. Acta. Oceanogr. Taiwanica, 13: 143-150.
- Fukuyama, K. (1990) Estimation of the biomass of ribbon fish in Kagoshima Bay. M. S. Thesis, Kagoshima Univ., 1-29.
- Gong, G. C., Y. L. L.Chen and K. K. Liu (1996) Chemical hydrography and chlorophyll a distribution in the East China Sea in summer: Implications in nutrient dynamics. Cont. Shelf Res, 16(12): 1561-1590.
- Hernandez, F. Jr., L. Carassou, S. Muffelman, S. P. Powers and W. M. Graham (2011) Comparison of two plankton net mesh sizes for ichthyoplankton collection in the northern Gulf of Mexico. Fish. Res., 108: 327-335.
- Hsieh, C. H. and T. S. Chiu (2002) Summer spatial

- distribution of copepods and larval fishes relative to hydrography in the northern Taiwan Strait. *Zool. Stud.*, 41(1): 85-98.
- Ichikawa, H. and M. Chaen (2000) Seasonal variation of heat and freshwater transports by the Kuroshio in the East China Sea. *J. Marine Syst.*, 24: 119-129.
- Jan, S., D. D. Sheu and H. N. Kuo (2006) Water mass and throughflow transport variability in the Taiwan Strait. *J. Geophys. Res.*, 111: 1-15.
- Jean, C. T. and S. C. Lee (1979) The reproductive biology of *Trichiurus Lepturus* and *Trichiurus Japonicus* in the coastal waters of Taiwan. *Bull. Inst. Zool. Acad. Sin.*, 9-20.
- Lee, M. A., Y. C. Wang, Y. K. Chen, W. Y. Chen, L. J. Wu, D. C. Liu, J. L. Wu and S. Y. Teng (2013) Summer assemblages of ichthyoplankton in the waters of the East China Sea Shelf and around Taiwan in 2007. *J. Mar. Sci. Technol.*, 21 (Suppl.): 41-51.
- Lee, S. C., K. H. Chang, W. L. Wu and H. C. Yang (1977) Formosan ribbonfishes (Perciformes, Trichiuridae). *Bull. Inst. Zool. Acad. Sin.*, 16: 77-84.
- Lee, S. C., S. C. M. Tsoi and W. C. Chao (1993) Biochemical systematics of *Trichiurus lepturus* and *T. japonicus* (Perciformes, Trichiuridae) from Taiwan Strait. *Z. Zool. Syst. Evol.*, 31: 227-232.
- Li, C. (1982) Annual ovarian changes of *Trichiurus haumela* in the East China Sea. *Oceanol. Limnol. Sin.*, 13(5): 461-472.
- 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.*, 687 pp.
- Nakamura, I. and N. V. Parin (1993) Snake Mackerels and Cutlass Fishes of the World, *FAO Fisheries Synopsis*, No. 125, Vol.15.
- Suzuki, K. and S. Kimura (1980) Fishery biology of the ribbon fish, *Trichiurus lepturus*, in Kumano-Nada, central Japan. *Bull. Fac. Fish., Mie Univ.*, 7: 173-192.
- 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.
- Wang, Y. C., W. Y. Chen, Y. Chang and M. A. Lee (2013) Ichthyoplankton community associated with oceanic fronts in early winter on the continental shelf of the southern East China Sea. *J. Mar. Sci. Technol.*, 21 (Suppl.): 65-76.

The Distribution and Abundance of Larval Cutlassfish (Genus: *Trichiurus*) in the Surrounding Waters of Taiwan

Chia-I Pan, Yu-Kai Chen*, Bo-Kun Su and Yu-Tzu Wang

Marine Fisheries Division, Fisheries Research Institute

ABSTRACT

In order to understand the temporal and spatial distribution of larval cutlassfish (genus: *Trichiurus*) in the surrounding waters of Taiwan, 11 quarterly cruises were conducted in the 62 sampling stations in those waters from 2007 to 2009. A total of 229 samples of larval cutlassfish (*Trichiurus*) were collected by using an ORI net. *Trichiurus* larvae were most abundant in spring (133 samples). In spring, higher levels of abundance were mainly found in the Taiwan Strait and northern waters off Taiwan, and lower levels of abundance were found in the southwestern waters and eastern coastal waters. In winter, the larvae were mainly collected in the northern and northeastern waters of Taiwan, with smaller levels of abundance in the Taiwan Strait and southwestern waters. No obvious distribution patterns were found in summer and autumn. Correlation analyses indicated a greater distribution of larvae in waters with lower temperature in spring and summer, which was related to the upwelling of cold water. However, the abundance of larvae was positively correlated with zooplankton and phytoplankton in winter, spring, and summer, which was related to the feeding. In conclusion, the abundance of *Trichiurus* larvae varied seasonally and annually, and the spawning peak was in spring. The distribution pattern of *Trichiurus* larvae was possibly influenced by the seasonality of oceanic environments caused by the fluctuation of cold and warm water masses in the waters around Taiwan.

Key words: cutlassfish, fish larvae distribution, abundance

*Correspondence: Fisheries Research Institute, 199 Hou-lh Road, Keelung 20246, Taiwan. TEL: (02) 2462-2101 #2305; Fax: (02) 2463-3110; E-mail: ykchen@mail.tfrin.gov.tw