

中西太平洋產鮪類仔稚魚的組成與空間分布

吳繼倫^{1*} · 劉國強¹ · 藍揚麒¹ · 郭慶老²

¹ 行政院農業委員會水產試驗所海洋漁業組

² 行政院農業委員會水產試驗所

摘要

為瞭解中西太平洋海域鮪類仔稚魚的種類組成、時空分布、生態習性及可能產卵海域，本研究於 2000 年 7 月及 2001 年 6 月，使用水試一號試驗船，以 IKMT 仔稚魚拖網分別在上述海域進行兩航次的鮪類仔稚魚採樣調查研究；採樣後依據鮪類仔稚魚體表呈現的黑色素胞分布特徵判定其種類，並予以拍照和記錄體長。兩航次共計採獲鮪類仔稚魚 90 尾，包括黑鮪 (*Thunnus orientalis*) 11 尾、大目鮪 (*T. obesus*) 20 尾、黃鰭鮪 (*T. albacares*) 54 尾及長鰭鮪 (*T. alalunga*) 5 尾。黑鮪體長在 3.4~8.1 mm、大目鮪體長在 2.9~9.8 mm、黃鰭鮪體長在 3.8~7.8 mm、長鰭鮪體長在 4.1~8.1 mm。由於所採得的鮪類仔稚魚多處於孵化不久的階段，因此可推定 6~7 月應屬黑鮪、大目鮪、黃鰭鮪及長鰭鮪的共同產卵期間，且其產卵海域涵蓋臺灣東部海域。

關鍵詞：中西太平洋、黑鮪、大目鮪、黃鰭鮪、長鰭鮪、鮪類仔稚魚

前言

鮪類在分類上屬於鱸形目 (Perciformes) 之鯖科 (Scombridae)，為具有高度洄游性之跨界魚種，其資源廣布於三大洋。近年來各鮪類資源狀態業已引起鮪類區域性漁業管理組織 (t-RFMOs) 如中西太平洋漁業委員會 (WCPFC) 等高度重視。這些組織的養護管理措施日趨嚴格，要求各國落實漁獲配額管制等漁業管理措施，也要求各國持續進行資源評估，定期提出相關研究報告 (Allen, 2010)。

日本與歐美各國早在 1950 年代即開始進行鮪類仔稚魚的研究，其中有關鮪類仔稚魚的時空分布、種類鑑定和成魚產卵生殖的研究文獻包括 Wade (1951)、Matsumoto (1958)、Strasburg (1960)、Yabe and Ueyanagi (1962)、Ueyanagi (1966, 1969)、Yabe *et al.* (1966)、Matsumoto *et al.* (1972)、Nishikawa *et al.* (1985)、Davis *et al.* (1990)、Richards

et al. (1990)、Neira *et al.* (1998) 和 Miyashita *et al.* (2000) 等。經由鮪類仔稚魚的時空分布狀態及已知的洋流輸送機制，可推斷相關鮪魚的產卵場、哺育場位置等。瞭解仔稚魚的發育成長過程及時空分布，可據之推定成魚的資源量。因此對鮪類資源評估來說，鮪類仔稚魚調查研究是非常重要的。

中西太平洋海域蘊藏著豐盛的鮪類資源，而臺灣位於太平洋西部，其周邊經濟海域不但有黃鰭鮪、大目鮪、長鰭鮪多種鮪類，東部近海海域更位於太平洋黑鮪成魚產卵洄游必經之處。這些鮪類為我國近海鮪延繩釣漁船終年或季節性之主要漁獲對象，係臺灣重要的漁業資源。回顧我國國內鮪類仔稚魚的研究，主要內容為臺灣周邊水域中鯖科仔稚魚之外部形態辨識特徵及地理分布等 (曾與胡, 1972; Chen and Tan, 1973; Tan and Chen, 1975; 許, 1992; Chiu and Chen, 1995; Chiu and Young, 1995)，欠缺較大尺度的中西太平洋海域鮪類仔稚魚調查研究。

為觀察鮪類仔稚魚的時空分布與豐度之年間變動情形，藉以反應鮪類地理分布及資源狀態之變化，實有必要在鮪類主要生殖期間，運用試驗研究船定期進行有系統的鮪類仔稚魚的調查研

*通訊作者 / 基隆市和一路 199 號; Tel: (02) 2462-2101 #2317; Fax: (02) 2463-3110; E-mail: clwu@mail.tfrin.gov.tw

究，並將仔稚魚樣本予以正確分類。本研究於 2000、2001 年間，使用水產試驗所轄屬的水試一號試驗船於中西太平洋之臺灣東部海域進行鮪類仔稚魚的調查研究，目的除了取得中西太平洋鮪類仔稚魚時空分布等初期生活史資訊外，亦希望進一步建立以外形態特徵為基礎的方法鑑定鮪類仔稚魚物種，以供日後進行鮪類仔稚魚相關研究之參考。

材料與方法

一、樣本與資料蒐集

(一) 2000 年航次

本研究運用水試一號試驗船，於 2000 年 7 月 10 ~ 19 日進行臺灣東部鮪類仔稚魚分布與海況調

查，航跡圖及各測站位置詳如 Fig. 1a。本調查使用 IKMT (Isaac-kidd midwater trawl) 進行採樣 (網口面積 2 m²、網袋直徑 0.52 m、網目 0.3 mm)，於每日 09:00、12:00、15:00、18:00、21:00 與 00:00 時進行，當試驗船航抵測站，先使用 IKMT 進行水深 0 ~ 10 m 採樣，起網後旋即再進行水深 30 ~ 50 m 採樣。IKMT 以定速 2 節拖曳，拖曳時間為 5 分鐘，並旋即投放溫鹽儀 (CTD) 至 800 m 水層，進行溫鹽深度變化觀測。調查海域涵蓋了 22° ~ 24°20'N、122° ~ 125°E，包括了 3 條同緯度線段：分別位於 22°N、22°40'N 與 23°20'N，與位於 122°E 的 1 條同經度線段的調查。在本航次中受天候影響，測站 7 ~ 12 無法投放 CTD 而無溫鹽資料，測站 34 ~ 35 無法投放 IKMT 而未進行浮游生物的採樣。本航次各項作業資料如測站代號、作業日期、作業時間、作業位置如 Table 1。

Table 1 List of the operation date, time, locality, biomass, and no. of tuna larvae caught in each sampling station during July 10-19, 2000 (A: Water depth 0 ~ 10 m, B: Water depth 30 ~ 50 m)

Station	Operation Date	Operation Time	Latitude (°N)	Longitude (°E)	Biomass (g)	<i>T. orientalis</i>	<i>T. obesus</i>	<i>T. albacares</i>	<i>T. alalunga</i>
ST1A	2000/7/12	18:28	22.0	125.0	--				
ST2A	2000/7/13	11:50	22.0	124.7	--				
ST2B	2000/7/13	12:05	22.0	124.7	--				
ST3A	2000/7/13	14:45	22.0	124.3	21.7				
ST3B	2000/7/13	15:00	22.0	124.3	35.5				
ST4A	2000/7/13	17:50	22.0	124.0	49.4				
ST4B	2000/7/13	18:05	22.0	124.0	23.3				
ST5A	2000/7/13	20:30	22.0	123.7	43.4				
ST5B	2000/7/13	20:50	22.0	123.7	63.3				
ST6A	2000/7/13	23:20	22.0	123.3	19.8			3	
ST6B	2000/7/13	23:50	22.0	123.3	32.8				
ST7A	2000/7/14	09:00	22.0	123.0	4.3				
ST7B	2000/7/14	09:15	22.0	123.0	21.3				
ST8A	2000/7/14	11:40	22.0	122.7	4.1				
ST8B	2000/7/14	12:00	22.0	122.7	7.6			1	
ST9A	2000/7/14	14:20	22.0	122.3	6.6				
ST9B	2000/7/14	14:40	22.0	122.3	11.4			1	
ST10A	2000/7/14	16:50	22.0	122.0	7.5				
ST10B	2000/7/14	17:10	22.0	122.0	10.6				
ST11A	2000/7/14	20:35	22.3	122.0	15.5				
ST11B	2000/7/14	20:50	22.3	122.0	18.1				
ST12A	2000/7/14	23:35	22.7	122.0	13.3				
ST12B	2000/7/14	23:55	22.7	122.0	20.2				

Table 1 Continued

Station	Operation Date	Operation Time	Latitude (°N)	Longitude (°E)	Biomass (g)	<i>T. orientalis</i>	<i>T. obesus</i>	<i>T. albacares</i>	<i>T. alalunga</i>
ST13A	2000/7/15	09:00	22.7	122.3	3.0				
ST13B	2000/7/15	09:15	22.7	122.3	10.5			1	
ST14A	2000/7/15	11:55	22.7	122.7	1.8			1	
ST14B	2000/7/15	12:10	22.7	122.7	14.0			1	
ST15A	2000/7/15	14:45	22.7	123.0	2.6			1	
ST15B	2000/7/15	15:00	22.7	123.0	21.3	1		1	
ST16A	2000/7/15	17:50	22.7	123.3	10.7				
ST16B	2000/7/15	17:50	22.7	123.3	24.0				
ST17A	2000/7/15	18:05	22.7	123.7	35.6				
ST17B	2000/7/15	20:55	22.7	123.7	46.8				
ST18A	2000/7/15	23:25	22.7	124.0	26.2			1	
ST18B	2000/7/15	23:40	22.7	124.0	32.1		1	1	1
ST19A	2000/7/16	08:55	22.7	124.3	6.8			3	
ST19B	2000/7/16	10:15	22.7	124.3	12.1			1	
ST20A	2000/7/16	11:50	22.7	124.7	15.3				
ST20B	2000/7/16	12:05	22.7	124.7	18.5				
ST21A	2000/7/16	15:40	22.7	125.0	15.5	1		1	
ST21B	2000/7/16	15:55	22.7	125.0	27.7				
ST22A	2000/7/16	18:20	23.0	125.0	38.4		1		
ST22B	2000/7/16	18:35	23.0	125.0	24.7				
ST23A	2000/7/16	21:20	23.3	124.7	43.8			3	1
ST23B	2000/7/16	21:35	23.3	124.7	46.3		1		1
ST24A	2000/7/17	00:20	23.3	124.3	25.7		2		
ST24B	2000/7/17	00:35	23.3	124.3	32.5				
ST25A	2000/7/17	09:00	23.3	124.0	8.4			6	
ST25B	2000/7/17	09:15	23.3	124.0	14.8		5		
ST26A	2000/7/17	11:45	23.3	123.7	15.3			2	
ST26B	2000/7/17	12:00	23.3	123.7	37.1			3	
ST27A	2000/7/17	14:30	23.3	123.3	9.4				
ST27B	2000/7/17	14:45	23.3	123.3	9.3			2	
ST28A	2000/7/17	17:50	23.3	123.0	21.6				1
ST28B	2000/7/17	18:10	23.3	123.0	19.4				
ST29A	2000/7/17	20:35	23.3	122.7	20.6			2	
ST29B	2000/7/17	20:50	23.3	122.7	23.8			2	
ST30A	2000/7/17	23:15	23.3	122.3	25.9	3	3		
ST30B	2000/7/17	23:30	23.3	122.3	25.5		1	4	
ST31A	2000/7/18	09:00	23.3	122.0	10.3				
ST31B	2000/7/18	09:15	23.3	122.0	19.0				
ST32A	2000/7/18	12:00	23.7	122.0	2.9			1	
ST32B	2000/7/18	12:15	23.7	122.0	19.6				
ST33A	2000/7/18	14:20	24.0	122.0	1.9				
ST33B	2000/7/18	14:35	24.0	122.0	22.3				

Table 2 List of the operation date, time, locality, biomass, and no. of tuna larvae caught in each sampling station during June 19-30, 2001

St.	Date	IKMT deploying time	IKMT retrieving time	Latitude (°N)	Longitude (°E)	Biomass (g)	<i>T.</i> <i>orientalis</i>	<i>T.</i> <i>obesus</i>	<i>T.</i> <i>albacares</i>	<i>T.</i> <i>alalunga</i>
0	6/19	14:14	15:04	18.0	141.0	---				
1	6/19	18:28	19:13	17.5	141.0	100.8				
2	6/19	22:15	23:00	17.0	141.0	81.3			1	
3	6/20	15:14	16:04	14.5	141.0	27.6				
4	6/20	20:25	21:10	14.0	141.0	64.9		1	1	
5	6/22	16:05	16:53	13.5	136.0	40.8				
6	6/22	19:43	20:31	14.0	136.0	52.3			1	
7	6/22	23:20	00:08	14.5	136.0	63.5				
8	6/23	01:38	02:27	14.7	136.0	84.6				
9	6/23	15:45	16:43	18.0	136.0	39.3				
10	6/23	19:55	20:47	17.0	135.4	61.3	1			
11	6/23	23:55	00:46	16.5	135.0	73.5				
12	6/24	14:18	15:05	14.5	133.8	27.9				
13	6/24	18:34	19:22	14.0	133.5	42.8				
14	6/24	19:54	20:43	14.0	133.4	47.7				
15	6/24	23:35	00:23	13.5	133.2	21.6				
16	6/25	14:48	16:05	11.5	131.9	29.6				
17	6/25	19:08	19:58	11.0	131.6	17.5				
18	6/25	23:20	00:08	10.5	131.3	42.3				
19	6/26	15:20	16:10	12.0	131.0	10.6				
20	6/26	19:10	20:00	12.5	131.0	19.2			1	
21	6/26	23:16	00:00	13.0	131.0	39.9				
22	6/27	15:05	15:52	15.5	131.0	10.7				
23	6/27	18:52	19:41	16.0	131.0	35.6				
24	6/27	22:49	23:36	16.5	131.0	42.1			1	
25	6/28	14:45	15:35	19.0	131.0	25.7				
26	6/28	18:33	19:20	19.5	131.0	41.8		1		
27	6/28	22:31	23:18	20.0	130.8	69.1		2	2	
28	6/29	15:03	15:26	21.3	128.1	21.2				1
29	6/29	19:00	19:24	21.5	127.9	45.9				
30	6/29	21:00	21:23	21.6	127.4	10.5				
31	6/30	15:00	15:48	22.7	124.9	11.9	2	1	1	
32	6/30	19:00	19:57	22.8	124.5	33.8	3	1	4	
33	6/30	21:01	21:46	22.9	124.3	52.8				

(二) 2001 年航次

本研究運用水試一號試驗船，於 2001 年 6 月 19 ~ 30 日進行中西太平洋鮪類仔稚魚分布與海況調查，航跡圖及各測站位置詳如 Fig. 1b。本航次先將 IKMT 投置於 100 m 水層進行採樣，而後依序揚網至 50 m、30 m 和表水層 (0 ~ 10 m) 進行作

業。IKMT 以定速 2 節拖曳，各水層拖曳時間為 10 分鐘，起網後旋即進行海洋觀測。本航次的調查海域較 2000 年更為廣闊，向西達 141°E，而南抵 10°32'N，總計進行了 34 測站的 IKMT 仔稚魚拖網調查。本航次各測站代號、作業日期、作業時間、作業位置等資料如 Table 2。

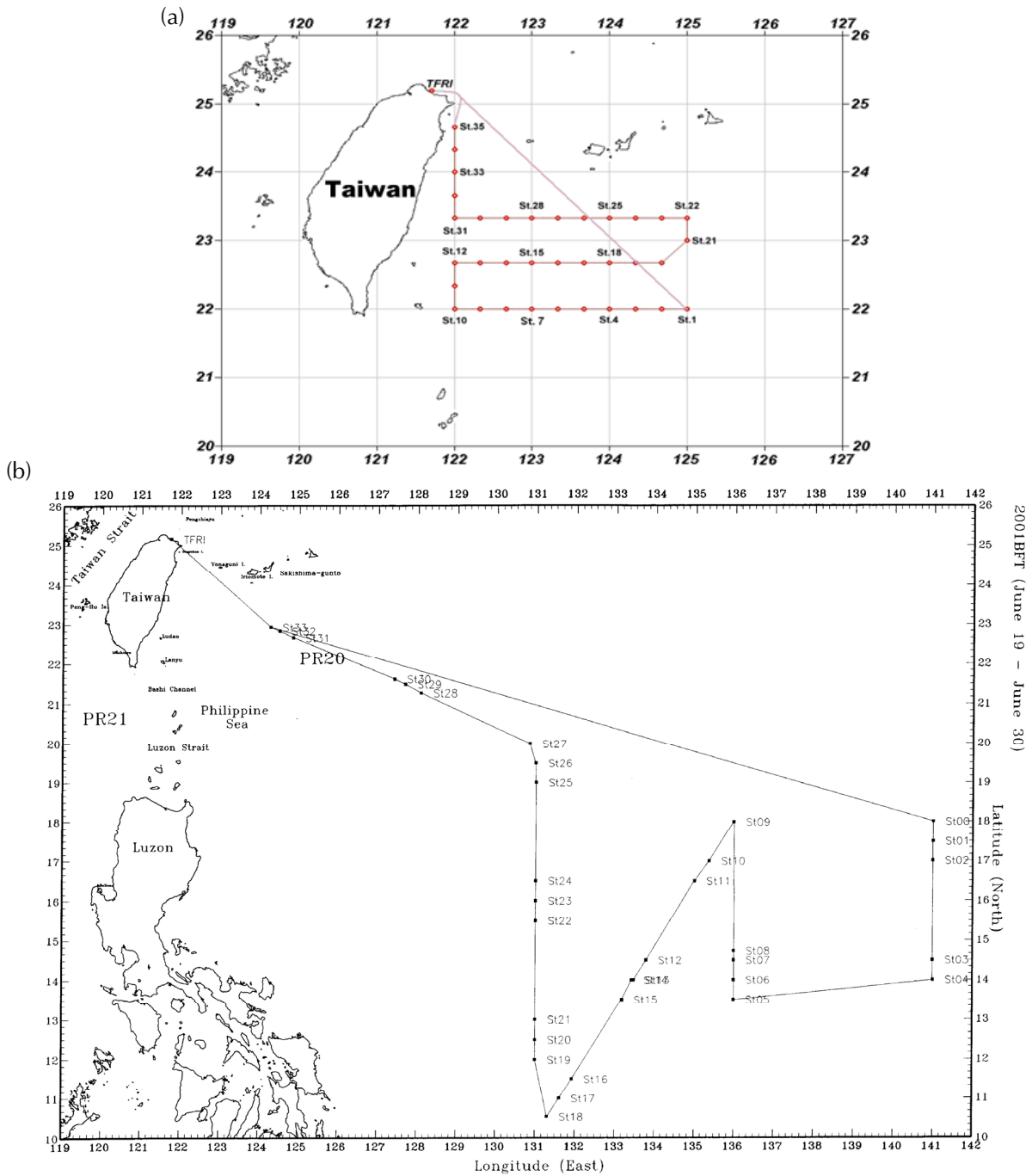


Fig. 1 Cruise tracks of R/V Fishery Researcher 1 on tuna larva survey during (a) July 10-19, 2000 (top), and (b) June 19-30, 2001 (bottom).

二、生物量測定

各網次採集得的浮游生物樣本，全數置於10%中性福馬林溶液進行固定，在船抵基隆後攜回試驗室，使用100 μm 網目的浮游生物網過濾。在經過 15 分鐘濾乾後，以電動天平測量其濕重（精確度為 0.1 g），再換置於 70% 酒精溶液保存。

三、鮪類仔稚魚鑑定

所採得的仔稚魚先經初步目視篩選出鯖科仔稚魚，再分別鏡檢、攝影記錄，並進行物種鑑定 (Ueyanagi, 1966, 1969; Yabe *et al.*, 1966; Matsumoto *et al.*, 1972; Okiyama, 1984; Chiu and Young, 1995 和 Neira *et al.*, 1998) 及體長量測。

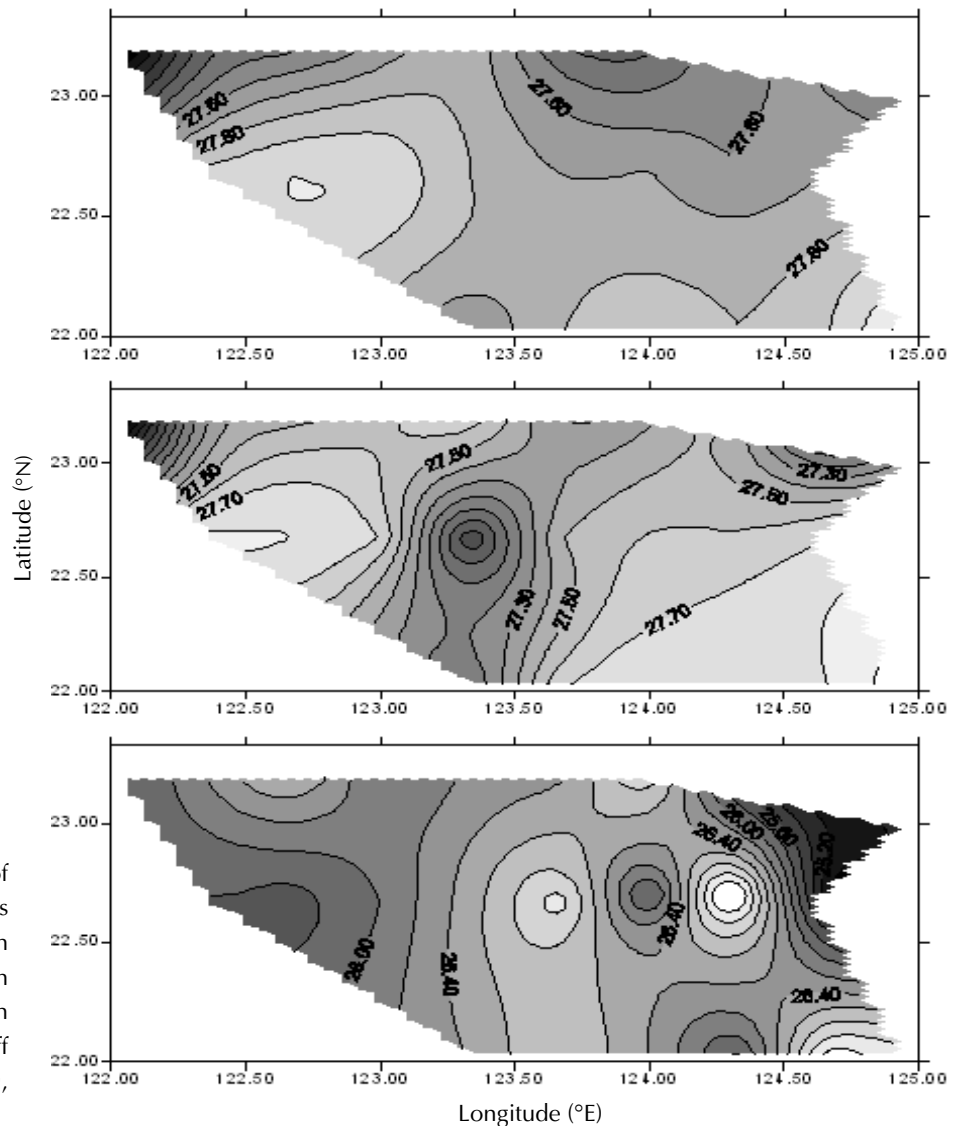


Fig. 2 Synoptic chart of the temperature at depths of 10 m (top), 30 m (middle), and 50 m (bottom), respectively, in the eastern waters off Taiwan during July 10-19, 2000.

結 果

一、海洋環境觀測

2000年調查海域水深分別在10 m、30 m及50 m的溫度、鹽度地理分布繪製如Figs. 2 & 3。調查海域在水深10 m、30 m時的溫度介於26.5~28.0°C之間，鹽度介於34.75~35.45 psu之間；水深50 m處的溫度介於25.2~27.2°C之間、鹽度介於35.05~35.85 psu之間。

2001年漁獲黑鮪仔稚魚的測站10及測站32的溫鹽深度變化如Fig. 4，由圖顯示水深40 m以淺為混合層，水溫約30°C，鹽度介於34.5~34.7 psu之間。

二、浮游生物量

2000及2001年兩航次於各測站所採集浮游生物濕重分別紀錄於Table 1及Table 2。2000年以在夜間採樣的測站4A、5B及17B的浮游生物量最高，其中，測站5B高達63.3 g；在日間採樣的測站13A、14A、15A、32A及33A的生物量則相對明顯偏低，約在3.0 g以下。由2001年之採樣結果亦可發現，在夜間採樣的測站所採得浮游生物生物量普遍較在日間採樣的測站高，顯見浮游生物量在夜間有上升之現象。此外，比較2000年航次於10 m以淺及30~50 m兩個水層採集得的平均浮游生物濕重則顯示，於30~50 m水層的生物量明顯較10 m以淺為高。

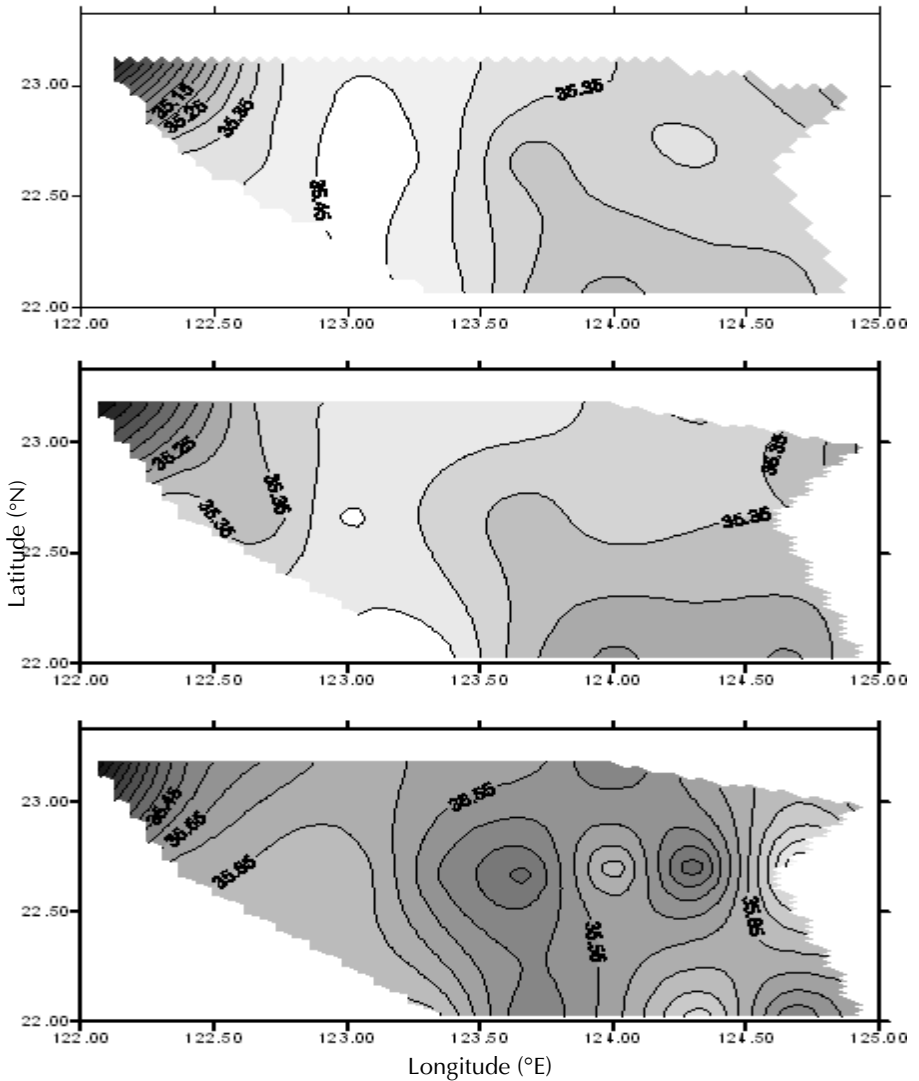


Fig. 3 Synoptic chart of the salinity at depths of 10 m (top), 30 m (middle), and 50 m (bottom), respectively, in the eastern waters off Taiwan during July 10-19, 2000.

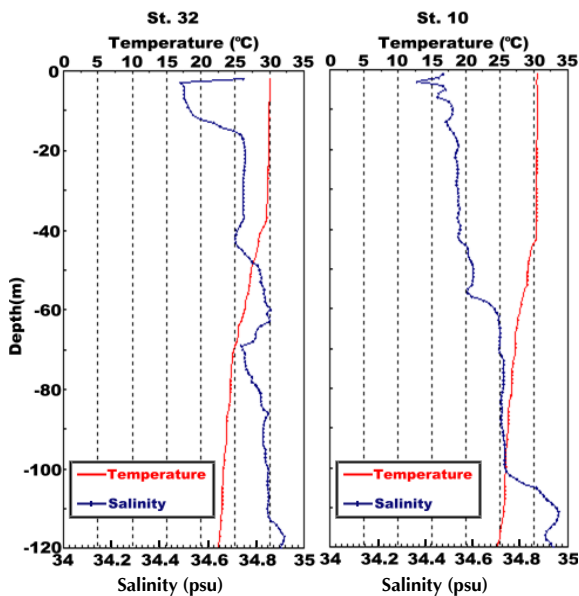


Fig. 4 Vertical profiles of temperature and salinity at sampling station 10 and 32, where larvae of bluefin tuna were caught during June 19-30, 2001.

三、鮪類仔稚魚鑑定

鮪屬 (*Thunnus*) 仔稚魚的硬棘數與軟條數亦都相似，因此不適用於種類鑑定 (Matsumoto *et al.*, 1972)。本研究依據魚體在各不同體長時黑色素胞分布之樣式 (pattern) 及新鮮標本體表上的紅色素胞分布經比對文獻紀錄的分類特徵 (Table 3)，進行鮪類仔稚魚的鑑定。

臺灣沿近海常見的 4 種鮪類仔稚魚分別為黃鰭鮪、長鰭鮪及黑鮪與大目鮪 (Fig. 5) (Chiu and Chen, 1995)。其中黃鰭鮪、長鰭鮪仔稚魚的體軀部背、腹緣無黑色素胞分布，可依此和黑鮪與大目鮪加以區別。體長在 3.0 ~ 10.0 mm 的黑鮪與大目鮪仔稚魚在體軀腹緣臀鰭至尾鰭間均有 1 ~ 3 個黑色素胞分布，惟二種類間，僅黑鮪體軀背緣第 2 背鰭至尾鰭間有 1 ~ 2 個黑色素胞 (Fig. 5a, b)。

Table 3 Characters of melanophore distribution in the jaw and trunk used to separate larvae of *Thunnus* species, ranging from 3-10 mm SL (Matsumoto *et al.*, 1972 and Okiyama, 1984)

Characters	<i>T. orientalis</i>	<i>T. obesus</i>	<i>T. albacares</i>	<i>T. alalunga</i>
Upper jaw tip	Appears above 6 mm SL	Few spots above 5 mm SL	Appears at about 5.8 mm SL, mostly after 6.0mm SL	Appears at about 5.0 mm SL
Lower jaw tip	2 on inner edge above 4 mm SL	0 - 2 on inner edge below 4 mm SL	Appears at 4.5 - 6.0 mm SL At tip on inner edge; migrate to outer edge with further growth	Appears at 9 - 10 mm SL At tip on outer edge
Dorsal edge of the trunk	1 or 2	None	None	None
Ventral edge of the trunk	1 or more	1 or more	None	None

當標準體長小於 4.5 mm 時，黃鰹鮪、長鰹鮪的仔稚魚之形態非常相似，難以區別 (Matsumoto *et al.*, 1972)；當黃鰹鮪成長至 4.5 ~ 6.0 mm (3.8 mm 亦時有可見)，其下顎前端先行產生黑色素胞；而上顎前端的黑色素胞須體長至 6.0 mm 時方才生成 (Fig. 5c)。長鰹鮪仔稚魚的上下顎亦有黑色素胞的生成，惟其下顎前端的黑色素胞，在體長達 9.0 ~ 10.0 mm 後方為可見；因此體長在 7.0 ~ 9.0 mm 的鮪類仔稚魚，若其上下顎皆有黑色素胞，則可判定為黃鰹鮪。

檢視本研究所採得的樣本，標準體長小於 4.5 mm 的黃鰹鮪仔稚魚有 4 尾，分別為 3.9 mm、4.2 mm 及 2 尾體長 4.3 mm，不過其下顎內緣已有黑色素胞生成；而 2 尾體長分別為 4.1 mm 與 4.2 mm 的長鰹鮪仔稚魚在其上顎外緣亦發現黑色素胞。

四、鮪類仔稚魚的出現

2000 年及 2001 年各測站所捕獲之仔稚魚種類及尾數詳列於 Tables 1 & 2，兩航次共計採獲 90 尾鮪類仔稚魚，包括了黃鰹鮪 54 尾 (60.0%)、大目鮪 20 尾 (22.2%)、黑鮪 11 尾 (12.2%) 及長鰹鮪 5 尾 (5.6%)。

2000 年採獲黃鰹鮪 42 尾 (64.6%)、大目鮪 14 尾 (21.5%)、黑鮪 5 尾 (7.7%) 及長鰹鮪 4 尾 (6.2%)，33 個測站中計有 19 個測站採得鮪類仔稚

魚，其中有 16 個測站採得黃鰹鮪、6 個測站採得大目鮪、3 個測站採得黑鮪、3 個測站採得長鰹鮪；另在測站 25 (黃鰹鮪 6 尾、大目鮪 5 尾) 及測站 30 (黃鰹鮪 4 尾、大目鮪 4 尾、黑鮪 3 尾) 分別採得 11 尾仔稚魚數量最多。

2001 年採獲黃鰹鮪 12 尾 (48%)、大目鮪 6 尾 (24%)、黑鮪 6 尾 (24%) 及長鰹鮪 1 尾 (4%)，34 個測站中計有 11 個測站採得鮪類仔稚魚，其中有 8 個測站採得黃鰹鮪、5 個測站採得大目鮪、3 個測站採得黑鮪、1 個測站採得長鰹鮪；另在測站 32 捕獲鮪類仔稚魚種類及數量最多 (黃鰹鮪 4 尾、大目鮪 1 尾及黑鮪 3 尾)。

五、鮪類仔稚魚的體長

兩個航次所採得的各鮪類仔稚魚體長都小於 10.0 mm，而且 2000 年及 2001 年的年間體長分布亦相近似。黑鮪仔稚魚的年間平均標準體長為 5.5 mm、5.4 mm；大目鮪 5.1 mm、5.3 mm；黃鰹鮪 4.2 mm、5.4 mm；長鰹鮪 5.8 mm、5.7 mm。

兩個航次樣本經合併分析顯示：黑鮪標準體長在 3.4 ~ 8.1 mm，平均體長為 5.0 mm；大目鮪在 2.9 ~ 9.8 mm，平均體長為 5.1 mm；黃鰹鮪在 3.8 ~ 7.8 mm，平均體長為 5.5 mm；長鰹鮪在 4.1 ~ 8.1 mm，平均體長為 5.8 mm。

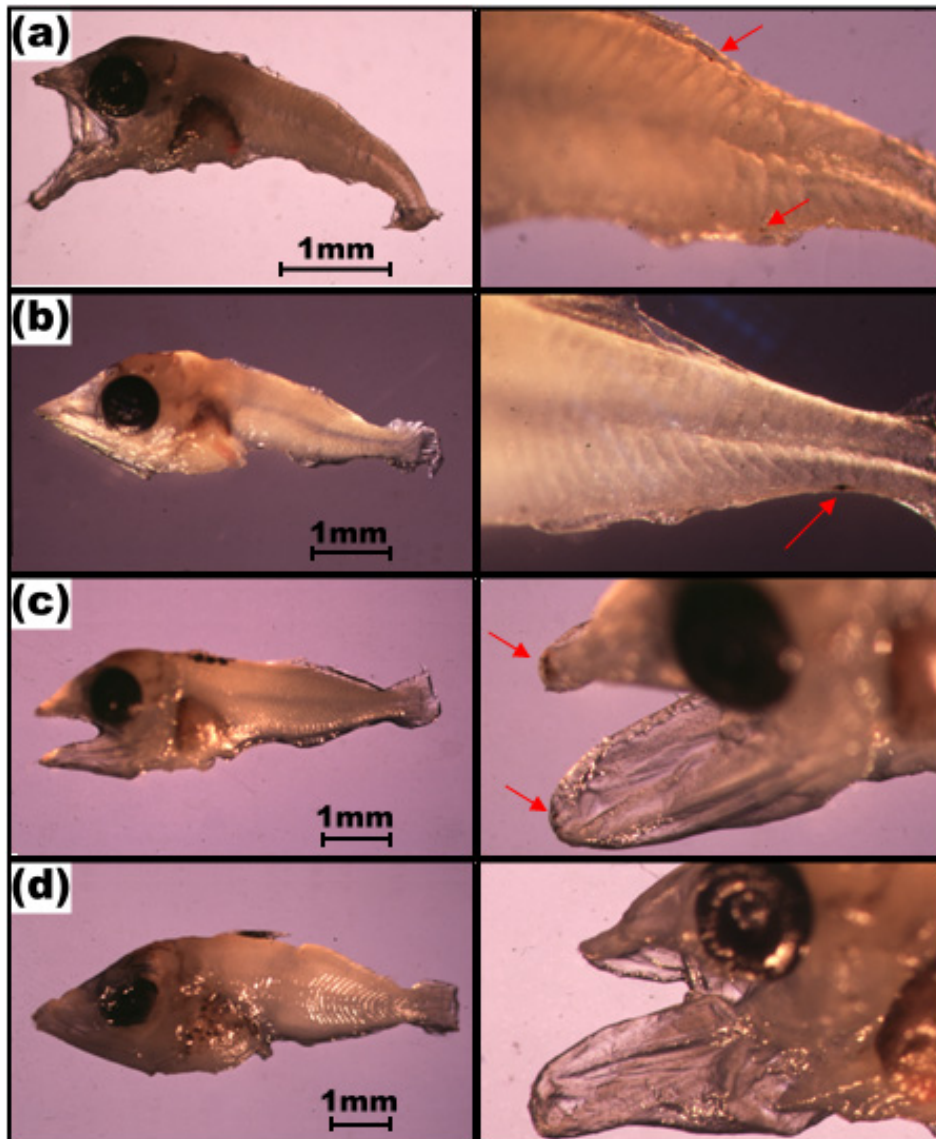


Fig. 5 Pictures of tuna larvae. (a) *Thunnus orientalis* has melanophores both on dorsal and ventral margin of the tail (5.6 mm); (b) *T. obesus* has melanophores on ventral margin of the tail (5.2 mm); (c) *T. albacares* has melanophores both on upper and lower jaw tip (6.0 mm); (d) *T. alalunga* without melanophores on lower jaw tip (6.9 mm).

討 論

本研究所採集之鮪類仔稚魚以黃鰭鮪最多、大目鮪次之，黑鮪及長鰭鮪較少，其中採集到黃鰭鮪仔稚魚之測站站數亦明顯多於其他三種。鮪類仔稚魚豐度及分布之差異可能源自各種成魚產卵的時間及水域不同，Schaefer (2003) 將鮪類的產卵之時空屬性區分為：(1) 可橫跨整個熱帶及亞熱帶水域產卵者；(2) 只在特定水域產卵但可持續產卵者以及 (3) 產卵洄游，只在特定季節及特定水

域產卵者等 3 種主要的類型。其中黃鰭鮪及大目鮪屬於第 (1) 型，黑鮪及長鰭鮪屬於第 (3) 型。Ueyanagi (1969) 及 Nishikawa *et al.* (1985) 則指出黃鰭鮪及大目鮪之仔稚魚廣泛分布於熱帶及亞熱帶水域中，而黑鮪及長鰭鮪之仔稚魚分布則有其時空局限性。

本研究兩航次中，鮪類仔稚魚的採獲量仍嫌不足，尚無法判定各鮪類仔稚魚的分布重心。其中 2001 年中西太平洋海域 (20°N 以南、131°E 以東) 的測站所採集之仔稚魚數量相對較少，根據過去的研究結果，鮪類仔稚魚在大洋中的密度相當

低，而且呈現不勻稱狀 (patchy) 之分布狀態，除非採樣作業時恰好遇到仔稚魚聚集的補丁區塊 (patch) 才能採集到數量較多的仔稚魚，否則採樣數量普遍偏低 (Wade, 1951; Matsumoto, 1958; Richards and Simrnons, 1971; Davis *et al.*, 1991)。

在仔稚魚調查研究中，鮪類仔稚魚在水柱內的垂直分布情況也受到重視，矢部 (1966)、Ida (1972) 指出黑鮪仔稚魚多在鄰近水溫躍層採得。Ueyanagi (1969) 在表層 (0 ~ 2 m) 及水深 20 ~ 30 m 等 2 個水層進行採樣調查，結果顯示在夜間採樣時，鮪類仔稚魚的分布在 2 個水層並沒有顯著差異，但在日間採樣時，鮪類仔稚魚在 2 個水層的分布則因種類而異，例如長鰭鮪主要分布於水深 20 ~ 30 m 水層，大目鮪主要分布於表層，黃鰭鮪在表層 (0 ~ 2 m) 及水深 20 ~ 30 m 水層的分布則沒有明顯的差異。但是 Richards and Simmons (1971) 的黃鰭鮪、大目鮪仔稚魚研究以及 Davis *et al.* (1990) 的長鰭鮪、南方黑鮪仔稚魚研究則指出鮪類仔稚魚在日間主要傾向分布於表層，在夜間則會沉降到較深的水層，與 Ueyanagi (1969) 結果不同。

本研究 2000 年航次在水深 0 ~ 10 m 及 30 ~ 50 m 等 2 個水層進行採樣，以採得數量較多的黃鰭鮪仔稚魚來看，並未呈現日間或夜間在 2 個不同水深的分布傾向。但這也可能是本研究採樣的數量不足，或是在各個測站的採樣時間與作業位置不同所造成的。

本研究 2001 年航次較 2000 年增加了水深 100 m 的作業水層，拖曳時間也加倍。然而，2001 年位於臺灣東部海域的測站 31 ~ 33 仔稚魚採集數量並沒有明顯的增加。這可能是因為鮪類仔稚魚多位於混合層及斜溫層上層，並且集中於水深 50 m 或 60 m 以淺之水層 (Ueyanagi, 1969; Davis *et al.*, 1991)，因此在水深 100 m 的水層作業對於鮪類仔稚魚的採樣助益有限。

日本研究人員進行黑鮪仔稚魚之調查時間多在 5 月中旬至 6 月中旬之間 (Kitagawa *et al.*, 2010)，Chen *et al.* (2006) 針對黑鮪的卵巢成熟及孕卵數研究亦指出，臺灣東部水域之黑鮪主要在 5、6 月產卵。因此本研究採獲之黑鮪仔稚魚數量較少，推斷可能與採樣時間係於 6 月下旬及 7 月中旬，略晚於黑鮪產卵高峰期有關。

本研究所採獲的 11 尾黑鮪仔稚魚中，其中有 10 尾係在 122 ~ 125°E 之間水域所漁獲。根據日本 1979 ~ 1988 年之調查結果，黑鮪仔稚魚主要分布於 20 ~ 30°N、121 ~ 138°E 之間，以 20 ~ 25°N、121° ~ 130°E 之間水域分布較多，並可在臺灣東部海域 (23°N、123°E) 處發現大量之仔稚魚，這可與本研究結果相互印證。另本研究有 1 尾黑鮪仔稚魚係於 17°N 採獲，較其主要分布的緯度範圍為低，但日本過去在 20°N 以南亦有零星採獲記錄 (Kitagawa *et al.*, 2010)。

本研究鮪類仔稚魚採集數量最多的 2 個測站 (2000 年測站 25、2001 年測站 32) 位置均鄰近日本宮古島海域，顯見該海域在 6、7 月間有相當數量之鮪類仔稚魚。根據過去調查顯示，黑鮪的仔稚魚多出現在黑潮東側的亞熱帶過度鋒面 (transitional fronts) (Collette and Nauen, 1983)。由此，本研究推論在臺灣東部 200 哩經濟海域內的 22 ~ 23°N、123 ~ 125°E 黑潮主軸外側流速緩慢區域可能為鮪類主要的產卵海域之一，惟黑鮪孵化後如何往北輸送至日本沿岸，必須連續採集仔稚魚，並觀察其體長分布在不同水域的變動情形，方可證實。

根據 Chiu and Chen (1995) 在 1988 ~ 1994 年間於臺灣周邊海域按月採樣之結果，黃鰭鮪仔稚魚出現於 3 ~ 8 月及 10 月，大目鮪仔稚魚除 2 月外其他月份均出現，黑鮪仔稚魚出現於 3 ~ 8 月，長鰭鮪仔稚魚出現於 5 ~ 8 月，其中又以 5 ~ 8 月間鮪類仔稚魚最豐。另陳等 (2013) 探討 2005、2007、2009 年 4、5、7、8 月鮪類仔稚魚之年別分布與豐度，其中以 7 月仔稚魚數量最多。由此推定，春、夏季確實為臺灣周邊水域鮪類主要生殖季節。

再者，黃鰭鮪孵化體長為 2.7 mm (Ambrose, 1996; Richards, 2006)，大目鮪孵化體長為 1.5 mm (Kume, 1962)，黑鮪孵化體長為 3 mm (Yabe *et al.*, 1966; Miyashita *et al.*, 2000)，長鰭鮪孵化體長為 2.5 mm (Nishikawa and Rimmer, 1987)，顯示本研究所採得的鮪類仔稚魚係剛孵化不久的階段，因此可推定 6 ~ 7 月應屬黑鮪、大目鮪、黃鰭鮪及長鰭鮪的共同產卵期間，且其產卵海域涵蓋臺灣東部海域。

謝 辭

本研究幸得水試一號前黃船長文成及全體船員協助出海採樣，並承蒙海洋漁業系前廖主任學耕之指導，方得以順利完成，謹併此表達由衷之謝意。

參考文獻

- 矢部博, 上柳昭治, 渡邊久也 (1966) クロマグロの初期生態およびミナミマグロの仔魚について. 南海區水研報, 23: 95-129.
- 許世賢 (1992) 臺灣產鯖科仔稚魚之分類及地理分布. 國立臺灣大學動物學研究所碩士論文, 128 pp.
- 曾文陽, 胡興華 (1972) 臺灣鮪類稚魚初步研究. 臺灣省水產試驗所試驗報告, 20: 39-47.
- 陳郁凱, 王友慈, 潘佳怡, 吳繼倫, 劉燈城 (2013) 臺灣周邊海域鮪類仔稚魚之年別分布與豐度. 水產研究, 21(1): 13-24.
- Allen, R. (2010) International management of tuna fisheries: arrangements, challenges and a way forward. FAO fisheries and aquaculture technical paper No. 536.
- Ambrose, D. A. (1996) Scombridae: Mackerels and tunas, In Moser, H. G. (Ed.), The early stages of fishes in the Californian current region. CalCOFI, Atl., 33: 1270-1285.
- Chen, S. C. and T. T. Tan (1973) A preliminary report on occurrence of tuna larvae in waters adjacent to Taiwan and South China Sea. Rep. Inst. Fish. Biol. Taiwan., 3(11): 158-172.
- Chen, K. S., P. Crone and C. C. Hsiu (2006) Reproductive biology of female pacific bluefin tuna *Thunnus orientalis* from southwestern North Pacific Ocean. Fish. Sci., 72: 985-994.
- Chiu, T. S. and C. S. Chen (1995) Distribution of Scombrid Larvae (Pisces: Scombridae) in the waters around Taiwan. J. Fish. Soc. Taiwan 22(4): 303-312.
- Chiu, T. S. and S. S. Young (1995) Taxonomic description of scombrid larvae (Pisces: Scombridae) occurred in the waters around Taiwan. J. Fish. Soc. Taiwan., 22(3): 203-211.
- Collette, B. B. and C. E. Nauen (1983) FAO species catalogue, Vol. 2. Scombrids of the world; an annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species known to date. FAO Fisheries Synopsis No.125, 137 pp.
- Davis, T. L. O., G. P. Jenkins and J. W. Young (1990) Diel patterns of vertical distribution in larvae of southern bluefin tuna (*Thunnus maccoyii*), and other tuna in the East Indian Ocean. Mar. Ecol. Prog. Ser., 59:63-74.
- Davis T. L. O., V. Lyne and G. P. Jenkins (1991) Advection dispersion and mortality of a patch of southern bluefin tuna larvae *thunnus maccoyii* in the east indian ocean. Mar. Ecol. Prog. Ser., 73: 33-45.
- Ida, H. (1972) Variability in the number of fish taken by larva nets. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 38(9): 965-980.
- Kitagawa, T., Y. Kato, M. J. Miller, Y. Sasai, H. Sasaki and S. Kimura (2010) The restricted spawning area and season of Pacific bluefin tuna facilitate use of nursery areas: a modeling approach to larval and juvenile dispersal processes. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 393, 23-31.
- Kume, S. (1962) A note on the artificial fertilization of bigeye tuna, *Parathunnus mebachi* (Kishinouye). Nankai Reg. Fish. Res. Lab., 15: 79-84.
- Matsumoto, W. M. (1958) Description and distribution of larvae of four species of tuna in central Pacific waters. U. S. Fish Wildl. Serv. Fish. Bull., 58: 31-72.
- Matsumoto, W. M., E. H. Ahlstrom, S. Jones, W. L. Klawe, W. J. Richards and S. Ueyanagi (1972) On the clarification of larval tuna identification particularly in the genus *Thunnus*. Fish. Bull., U. S., 70(1): 1-12.
- Miyashita, S., O. Murata, Y. Sawada, O. Okada, T. Kubo, Y. Ishitani, M. Seoka and H. Kumai (2000) Maturation and spawning of cultured bluefin tuna, *Thunnus thynnus*. Suisanzoshoku, 48(3): 475-488.
- Nishikawa, Y., M. Honma, S. Ueyanagi and S. Kikawa (1985) Average distribution of larvae of oceanic species of scombroid fishes, 1956-1981. Far Seas Fish. Res. Lab. S. Ser., 12: 99 pp.
- Nishikawa, Y. and D. W. Rimmer (1987) Identification of larval Tunas, Billfishes and other Scombrid fishes (suborder Scombroidei): an illustrated guide. CSIRO Marine Laboratories, Report 186: 20 pp.
- Neira, F. J., A. G. Miskiewicz, and T. Trnski (1998) Larvae of Temperate Australian Fishes-Laboratory Guide for Larval Fish Identification. University of Western Australia Press, Nedlands, WA, 474 pp.
- Okiyama, M. and S. Ueyanagi (1978) Interrelation-ships of Scombroid fishes: An aspect from larval morphology. Bull. Far Seas Fish. Res. Lab.,16: 103-113.

- Okiyama, M. (1984) An atlas of the early stage fishes in Japan. Tokyo, Tung-Hai Uni. 1154 pp.
- Richards, W. J. and D. C. Simrnons (1971) Distribution of tuna larvae (Pisces, Scombridae) in the northwestern Gulf of Guinea and off Sierra Leone. Fish. Bull., U.S. 69: 555-568.
- Richards, W. J., T. Potthoff and J. M. Kim (1990) Proplems identifying tuna larvae species (Pisces: Scombridae: *Thunnus*) from the Gulf of Mexico. Fish. Bull., U. S. 88: 607-609.
- Richards, W. J. (2006) Scombridae: Mackerels and tunas, In Richards, W.J. Ed., Early stages of Atlantic fishes. An identification guide for the western central North Atlantic. Boca Ratón, CRC Press, 1 (191): 1187-1228.
- Schaefer, K. M. (2003) Estimation of the maturity and fecundity of tunas. Fisker og Havet, 12: 117-124.
- Strasburg, D. W. (1960) Estimates of larval tuna abundance in the Central Pacific. U. S. Fish Wildl. Serv. Fish. Bull., 60: 231-255.
- Tan, T. H. and S. C. Chen (1975) On relation of occurrence of tuna fish larvae to the aquatic environments in adjacent waters of Taiwan and the South China Sea. Acta. Oceanogr. Taiwanica., 5: 179-200.
- Ueyanagi, S. (1966) On the red pigmentation of larval tuna and its usefulness in species identification. Rep. Nankai Reg. Fish. Lab., 24: 41-48.
- Ueyanagi, S. (1969) Observations on the distribution of tuna larvae in the Indo-Pacific Ocean with emphasis on the delineation of the spawning areas of albacore, *Thunnus alalunga*. Bull. Far Seas Fish. Res. Lab., 2:177-221.
- Wade, C. B. (1951) Larvae of tuna and tuna-like fishes from the Philippine waters. U. S. Fish Wildl. Serv. Fish. Bull., 51: 445-485.
- Yabe, H. and S. Ueyanagi (1962) Contributions to the study of the early life history of the tunas. Occas. Rep. Nankai Reg. Fish. Res. Lab., 1: 57-72.
- Yabe, H., S. Ueyanagi and H. Watanabe (1966) Studies on the early life history of bluefin tuna *Thunnus thynnus* and on the larva of southern bluefin tuna *T. maccoyii*. Rep. Nankai Reg. Fish. Res. Lab., 23: 95-116.

The Composition and Spatial Distribution of Tuna Larvae in the Central-western Pacific Ocean

Chi-Lun Wu^{1*}, Kuo-Chiang Liu¹, Yang-Chi Lan¹ and Chin-Lau Kuo²

¹Marine Fisheries Division, Fisheries Research Institute

² Fisheries Research Institute

ABSTRACT

Two cruises (offered by R/V Fishery Researcher I) were conducted in July 2000 and June 2001 in order to examine the geographical distribution pattern of tuna larvae in the central-western Pacific Ocean. At each station, IKMT and CTD were deployed to collect ichthy-plankton samples and to measure relevant oceanographic factors. Totals of 33 and 34 stations were surveyed in 2000 and 2001, respectively. The latitude reached to 10°N in the south, while the longitude reached to 141°E in the east. Tuna larvae were identified by examining patterns of melanophore which appeared on the body. A total of 90 tuna larvae were obtained, including 11 bluefin tuna (*Thunnus orientalis*), 20 bigeye tuna (*T. obesus*), 54 yellowfin tuna (*T. albacores*), and 5 albacore (*T. alalunga*). No significant differences in the mean standard lengths for the four tuna species were found between the samples from 2000 and 2001. The standard lengths of bluefin tuna, bigeye tuna, yellowfin tuna, and albacore larva ranged from 3.4 ~ 8.1 mm, 2.9 ~ 9.8 mm, 3.8 ~ 7.8 mm, and 4.1 ~ 8.1 mm, respectively. The spawning period for tunas was considered from June to July. Furthermore, the spawning grounds of tunas were also suggested to be adjacent to the eastern waters off Taiwan.

Key words: central-western Pacific, bluefin tuna, bigeye tuna, yellowfin tuna, albacore, tuna larvae

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