

## 台灣周邊海域鮪類仔稚魚之年別分布與豐度

陳郁凱<sup>1</sup>·王友慈<sup>1</sup>·潘佳怡<sup>1</sup>·吳繼倫<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

為瞭解台灣周邊海域鮪類仔稚魚之分布與豐度，本研究於 2005 年、2007 年及 2009 年的春季與夏季期間，以水試一號試驗船在台灣周邊海域 62 個測站進行五個航次的仔稚魚調查，利用 ORI 浮游生物網共採得鮪類仔稚魚 131 尾，其中包含長鰭鮪 (*Thunnus alalunga*) 28 尾、黃鰭鮪 (*T. albacares*) 48 尾、大目鮪 (*T. obesus*) 28 尾及黑鮪 (*T. orientalis*) 27 尾，春季及夏季均以黃鰭鮪捕獲比例最高，其餘三種鮪類差異不大。春季時期，長鰭鮪、黃鰭鮪、大目鮪及黑鮪仔稚魚捕獲測站的平均表水溫分別為 27.1、27.1、27.2 及 27.5 °C；夏季時期，分別為 30.3、30.1、29.9 及 30.2 °C。調查結果顯示，春季及夏季時鮪類仔稚魚主要捕獲地在台灣東部黑潮流域以及西南海域黑潮支流與南海水混合域，多出現於外洋區，近岸區僅有零星分布。本研究中發現鮪類仔稚魚在不同年間的出現密度與位置不同，可能是由於水溫、鹽度或餌料生物的變動所造成，然仍須正確掌握產卵場地點以瞭解仔稚魚的棲息環境，方能釐清造成年間差異的確切原因。

關鍵字：黑潮、長鰭鮪、黃鰭鮪、大目鮪、黑鮪、鮪仔稚魚

### 前 言

鮪魚為高度洄游魚種，其洄游路徑具有跨界特性。近年來各區域性漁業管理組織 (Regional Fisheries Management Organizations, RFMOs) 紛紛開始限制漁獲量，並要求各漁業國進行資源評估及確實施行漁業管理措施。北太平洋鮪類及似鮪類國際科學委員會 (ISC) 在 2012 年 5 月召開太平洋黑鮪資源評估會議，更強調會員國共同蒐集、執行與共享黑鮪之年齡、生殖及仔稚魚調查研究資料之重要性 (Oshima *et al.*, 2012)。

在鮪類資源研究中，仔稚魚豐度與其地理分布等初期生活史調查是相當重要的一環。自 50 年代起，日本與美國即開始進行鮪類仔稚魚的調查工作 (Wade, 1951; Matsumoto, 1958; Yabe and Ueyanagi, 1962; Ueyanagi, 1966, 1969; Yabe *et al.*,

1966; Yoshida, 1971; Matsumoto *et al.*, 1972; Okiyama, 1974, 1984; Okiyama and Ueyanagi, 1978; Collette and Nauen, 1983; Nishikawa, 1988; Nishikawa *et al.*, 1985; Tanaka, 1999)，而台灣大學海洋研究所與水產試驗所亦於 70 年代開始進行鮪漁業的調查，主要研究重點除包括各種鮪類的漁業概況、生物參數與族群動態外 (Yang, 1971; Huang and Yang, 1974; Wu *et al.*, 1997; Chen *et al.*, 2006)，曾與胡 (1972)、Chen and Tan (1973) 與 Tan and Chen (1975) 等學者亦著手針對台灣及南中國海水域之鮪類仔稚魚進行初步調查，此階段較著重於鮪類仔稚魚形態的描述；較近年則有 Chiu and Chang (1991)、許 (1992)、Chiu and Chen (1995) 與 Chiu and Young (1995) 等人針對台灣周邊水域之鯖科 (含鮪類) 仔稚魚進行研究。

然而上述調查報告的採樣測站地點多隨航次不同而改變，抑或將數年樣本按月份合併進行討論，較缺乏有系統性的調查資料，無法得知台灣周邊海域鮪類仔稚魚分布與組成的年間差異，亦缺乏採獲地點之水文環境資訊。因此，本研究主

\* 通訊作者 / 基隆市和一路 199 號, TEL: (02) 2462-0053; FAX: (02) 2462-4254; E-mail: dcliu@mail.gov.tw

**Table 1** Details of sampling stations designed for larval surveys in the surrounding waters of Taiwan in 2005, 2007 and 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

\*Denotes stations with positive tuna larvae catch

要目的為瞭解台灣周邊海域鮪類仔稚魚的分布特性，並於相同測站採集以探討其數量與分布的年間差異。

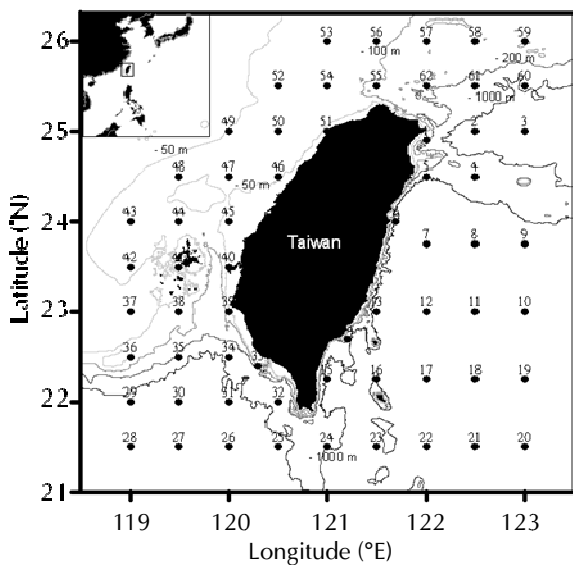
## 材料與方法

### 一、採集時間與地點

本研究係利用水試一號試驗船分別於 2005 年春季 (2005/04/07 ~ 04/17) 以及 2007 及 2009 年春、夏兩季 (2007/05/10 ~ 05/24、07/04 ~ 07/16；2009/05/06 ~ 05/18、08/25 ~ 09/04)，在台灣周邊海域 62 個測站 (Fig. 1) 共進行 5 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。

**Table 2** Number of tuna larvae collected during the five cruises in 2005, 2007 and 2009 in the surrounding waters of Taiwan

	2005/04	2007/05	2007/07	2009/05	2009/08	Total
<i>Thunnus alalunga</i>	2	8	12	6	–	28
<i>Thunnus albacares</i>	7	11	15	11	4	48
<i>Thunnus obesus</i>	1	10	15	2	–	28
<i>Thunnus orientalis</i>	–	14	10	1	2	27
Total	10	43	52	20	6	131

**Fig. 1** Sampling stations (solid circle) designed for surveying fish larvae and environmental factors in the surrounding waters of Taiwan in 2005, 2007 and 2009.

## 二、仔稚魚採集與水文資料蒐集

本研究採集仔稚魚所使用的網具為 ORI 浮游生物網，網口直徑為 160 cm，網目大小為 330  $\mu\text{m}$ ，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 取得各測站溫度與鹽度之連續資料，以 Surfer 軟體繪製水溫分布圖，並將鮪類仔稚魚出現之測站的溫度與鹽度資料繪製成溫鹽結構圖 (T-S diagram)。

## 三、樣本處理及仔稚魚鑑定

各測站獲得之樣本攜回實驗室後，利用

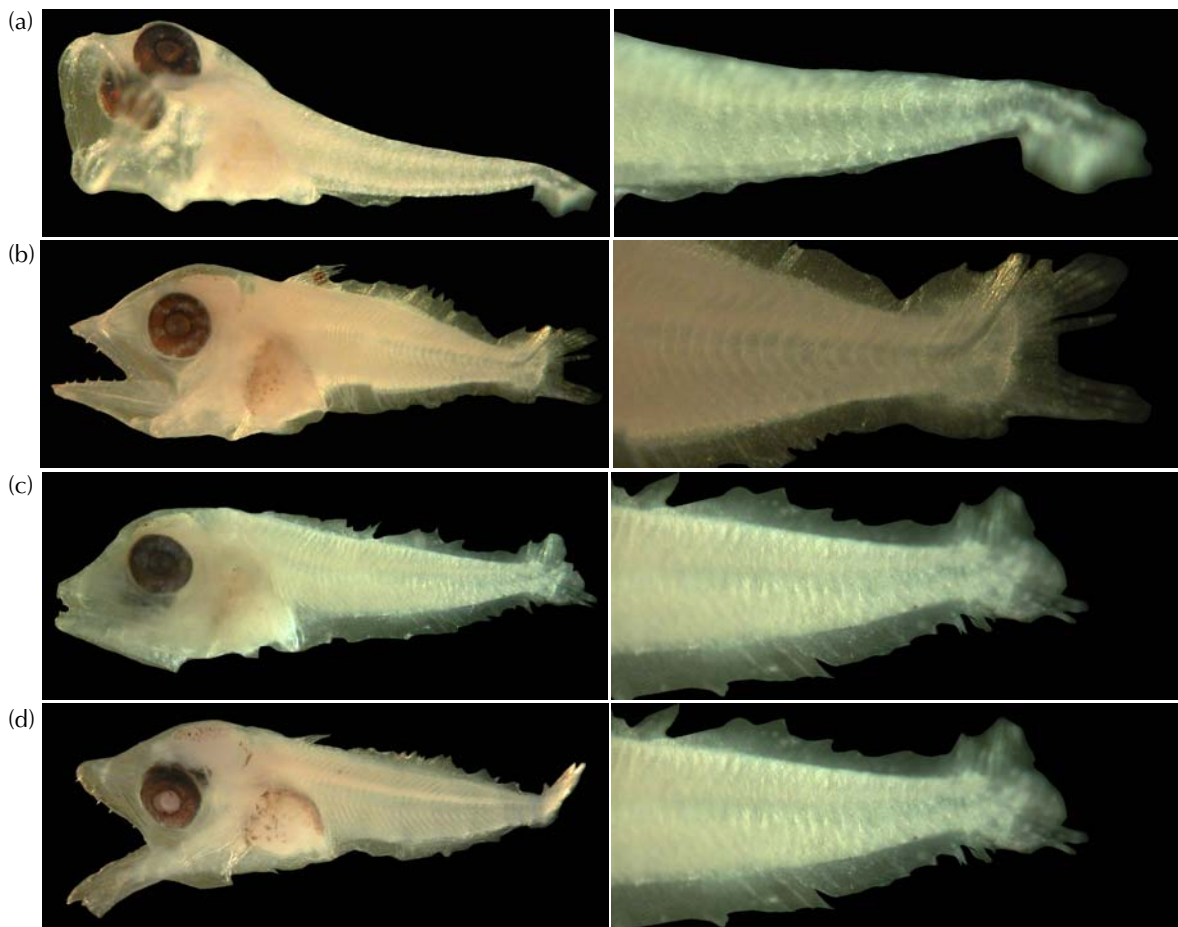
Folsom 分割器以二分法將樣本分割為兩個子樣本，將子樣本中之全數仔稚魚置於解剖顯微鏡 (Nikon : SMZ645) 下進行分類及計數。鯖科 (Scombridae) 鮪屬 (*Thunnus*) 仔稚魚之種類鑑定主要參考 Ueyanagi (1966)、Yabe *et al.* (1966)、Ueyanagi (1969)、Matsumoto (1972)、Okiyama (1985) 和 Chiu and Young (1995) 等文獻。仔稚魚密度值 (N, abundance; ind./1000  $\text{m}^3$ ) 係以個體數除以浮游生物網濾水體積進行換算。

## 結果與討論

### 一、捕獲尾數與種類組成之比較

本研究分別於 2005、2007 及 2009 年之春季與夏季進行了五個航次之採樣，共捕獲鮪類仔稚魚 131 尾 (Table 2)，其中包含長鰭鮪 (*Thunnus alalunga*) 28 尾、黃鰭鮪 (*T. albacares*) 48 尾、大目鮪 (*T. obesus*) 28 尾及黑鮪 (*T. orientalis*) 27 尾。本研究主要利用色素胞出現的位置及數量做為分類依據，四種鮪屬仔稚魚之外部型態如 Fig. 2 所示。長鰭鮪下顎前端及尾部皆無色素胞 (Fig. 2a)；黃鰭鮪下顎前端有 1 個色素胞，尾部無色素胞 (Fig. 2b)；大目鮪下顎前端有 1 個色素胞，尾部腹面有 1 ~ 2 個色素胞 (Fig. 2c)；黑鮪尾部背面有 1 ~ 4 個色素胞，尾部腹面有 1 ~ 5 個色素胞 (Fig. 2d)。

2005 年春季僅採集到 10 尾鮪類仔稚魚 (Table 2)，樣本數甚少，出現的仔稚魚以黃鰭鮪居多。2007 年共採集到 95 尾鮪類仔稚魚，樣本數是本研究各年度中最高的。相較於 2007 年，2009 年春季與夏季的樣本數則少了許多，尤其是 2009 年夏季僅捕獲 6 尾仔稚魚。將各航次樣本依季節合併可發現，



**Fig. 2** Pictures of tuna larvae collected in the surrounding waters of Taiwan. (a) *Thunnus alalunga* lacks melanophores on lower jaw tip and tail (3.6 mm); (b) *Thunnus albacares* has melanophores on lower jaw tip but lacks on tail (6.3 mm); (c) *Thunnus obesus* has melanophores on lower jaw tip and ventral margin of the tail (5.4 mm); (d) *Thunnus orientalis* has melanophores both on dorsal and ventral margin of the tail (6.7 mm).

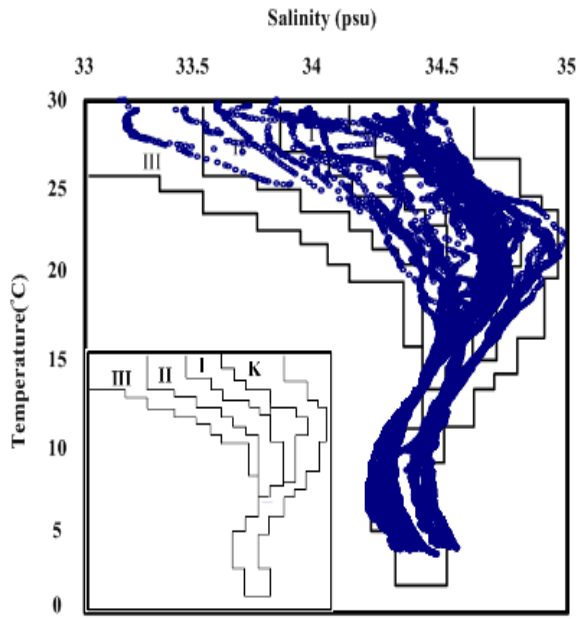
春季時四種鮪類仔稚魚組成，以黃鰭鮪比例最高(佔 40%)，長鰭鮪(佔 22%)及黑鰭次之(佔 20%)，大目鮪比例較低(佔 18%)，後三者差異不大；夏季時，同樣以黃鰭鮪出現最多但比例稍微降低(佔 33%)，大目鮪所佔比例次之(佔 26%)，長鰭鮪與黑鰭所佔比例約略相等(分別佔 20%與 21%)。

## 二、鮪類仔稚魚之分布及水文環境

將鮪類仔稚魚出現之測站溫鹽資料繪製成溫鹽結構圖 (T-S diagram) (Fig. 3)，並配合 Sakara and Hanazwa (1979) 所劃分之水文類型 (types) 結構，可看出這些測站可概分為兩種主要的水團類型，一為黑潮水 (K)，二為黑潮支流與南海混合水 (I、II)。

2005 年春季，鮪類仔稚魚主要在東南部與巴士海峽所捕獲 (Fig. 4)，樣本數並不高。2007 年樣本數是本研究各年度中最高的，春季與夏季的分布相當類似，鮪類仔稚魚主要分布在東部黑潮及西南部黑潮流域的外洋區。2007 年春季時，在東北部海域的兩個測站有較高的豐度，除了東南部沿岸測站出現長鰭鮪仔稚魚外，其餘樣本主要在離岸較遠的外洋區所捕獲；夏季時，則以東南部海域的豐度較高，且樣本都是在外洋區所採得。

相較於 2007 年，2009 年春季與夏季的樣本數則少了許多 (Table 2)，尤其是 2009 年夏季僅捕獲 6 尾仔稚魚，且分布範圍也與 2007 年有所差異。2009 年春季時，仔稚魚以黃鰭鮪及長鰭鮪為主，主要出現在西南海域黑潮流域，東部黑潮流域幾乎均未捕獲，只有兩個測站有捕獲黃鰭鮪仔稚



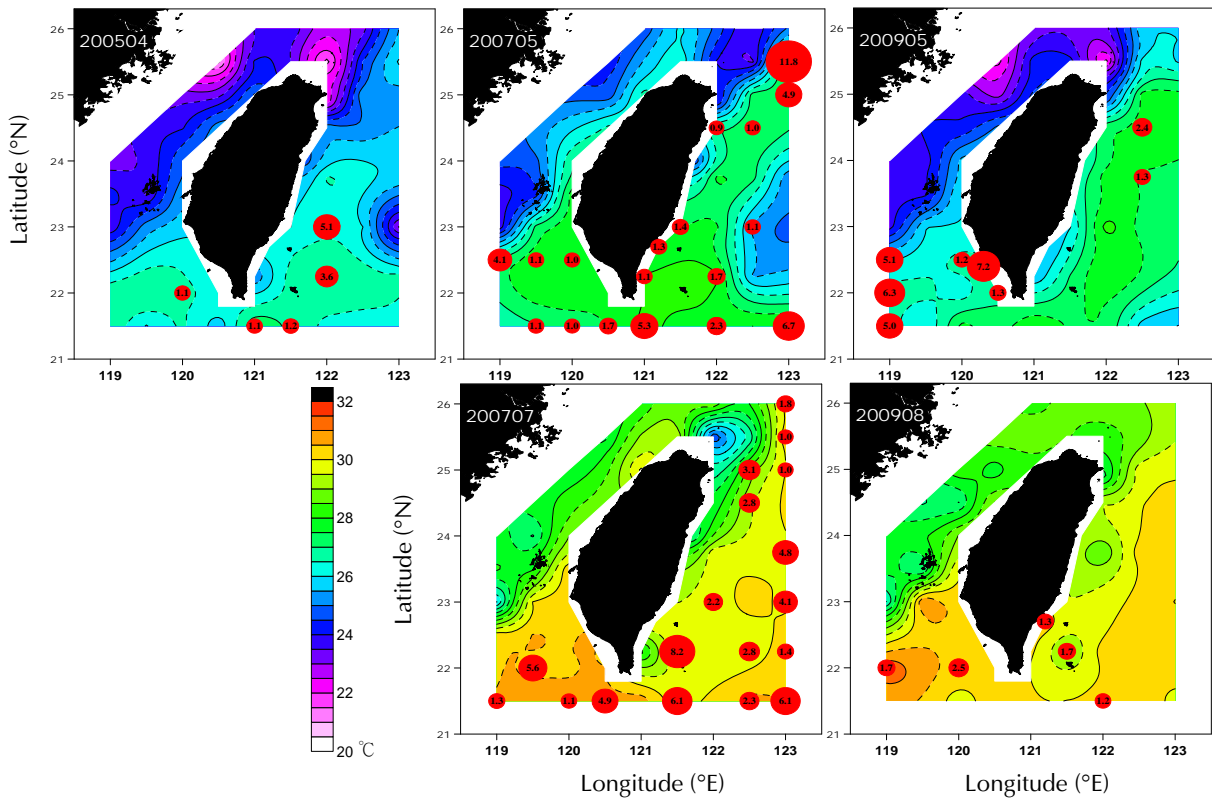
**Fig. 3** Temperature-salinity diagrams of the water column with positive tuna larvae catch in this study. The lower panel represents the water defined by Sakara and Hanazwa (1979). K, Kuroshio water; I, II and III represent different types of mixed waters.

魚；夏季時，僅捕獲 4 尾黃鰭鮪及 2 尾黑鮪，零星的分佈於東南及西南海域。以下針對個別魚種之分布進行論述：

(一) 長鰭鮪

在 2007 年春季，長鰭鮪仔稚魚主要出現在台灣西南海域的黑潮支流區 (Fig. 5)，東南部沿岸 3 個測站亦有出現，但東部外洋區則無；2009 年春季時同樣會出現在西南海域，但數量較少。在 2007 年夏季，長鰭鮪仔稚魚除了出現在西南海域的黑潮支流區，在東部黑潮流域的外洋區也廣泛出現，8 個測站都有捕獲紀錄；2009 年夏季則未捕獲。長鰭鮪仔稚魚的豐度分布有季節差異存在，2007 年春季與夏季在西南海域均可發現其蹤跡，但僅在夏季時廣泛的分布在黑潮流域外洋區。

長鰭鮪仔稚魚在各航次捕獲地點的表層水溫及鹽度如 Table 3 所示。春季時，分布水溫的上下限介於 26.0 ~ 28.1 °C 之間，平均為 27.1 °C；鹽度則介於 33.7 ~ 34.5 psu 之間，平均為 34.2 psu。夏



**Fig. 4** Occurrence and abundance of tuna larvae, superimposed on temperature distribution in 2005, 2007 and 2009 in the surrounding waters of Taiwan. The circle indicates density of larvae in ind./1000m<sup>3</sup>.

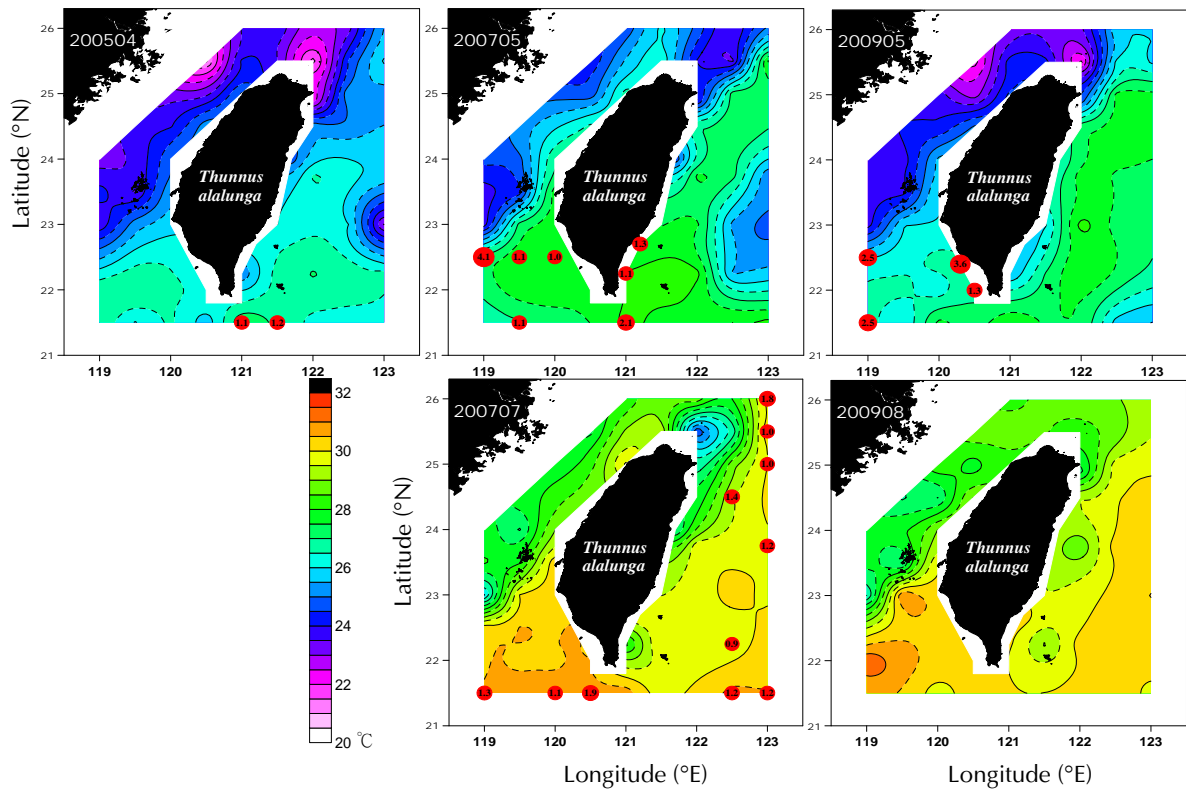


Fig. 5 Occurrence and abundance of *Thunnus alalunga* larvae, superimposed on temperature distribution in 2005, 2007 and 2009 in the surrounding waters of Taiwan. The circle indicates density of larvae in ind./1000m<sup>3</sup>.

季時，僅 2007 年 7 月航次有捕獲紀錄，水溫介於 29.4 ~ 30.8 °C 之間，平均為 30.3°C；鹽度則介於 33.5 ~ 34.4 psu 之間，平均為 34.1 psu。夏季時的捕獲地點平均水溫較春季高了約 3 °C，鹽度則差異不大。

經由生殖腺的研究以及仔稚魚的調查 (Ueyanagi, 1969; Yoshida, 1971; Nishikawa *et al.*, 1985)，一般認為長鰭鮪產卵場對稱的分布在北半球 (10 ~ 30 °N、125 °E ~ 155 °W) 以及南半球 (10 ~ 25 °S、150 °E ~ 110 °W) 的亞熱帶太平洋海域，而生殖季節亦有明顯的隔離，北半球為 5 ~ 10 月，南半球則為 11 ~ 4 月。Chiu and Chen (1995) 的研究指出周邊海域長鰭鮪仔稚魚大多於 5 ~ 8 月捕獲。Tzeng (1989) 亦曾在台灣東部黑潮流域捕獲 9 尾長鰭鮪仔稚魚。

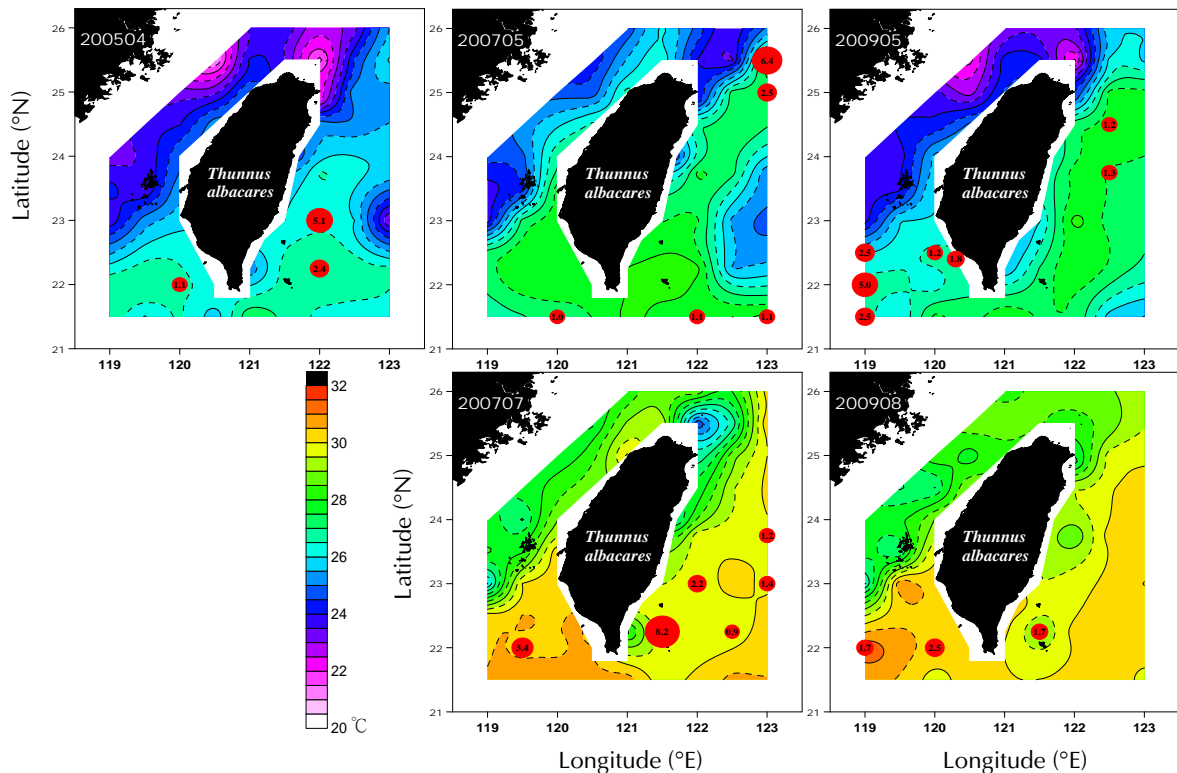
## (二) 黃鰭鮪

在 2007 年春季，黃鰭鮪仔稚魚主要出現在東部水溫較高的黑潮流域 (Fig. 6)；2009 年春季則主要出現在台灣西南海域的黑潮支流與南海表層水

交會區。在 2007 年夏季，黃鰭鮪仔稚魚同樣主要出現在台灣東南部的黑潮流域，2009 年夏季仔稚魚的數量較少。黃鰭鮪仔稚魚的分布有些許的年間差異存在，2007 年春季與夏季都是以東部黑潮流域較多，2009 年春季則是以西南海域較多。

黃鰭鮪仔稚魚在各航次捕獲地點的表層水溫及鹽度如 Table 3 所示。春季時，分布水溫的上下限介於 26.0 ~ 28.2 °C 之間，平均為 27.1 °C；鹽度則介於 33.7 ~ 34.5 psu 之間，平均為 34.3 psu。夏季時，水溫介於 28.9 ~ 31.4 °C 之間，平均為 30.1 °C；鹽度則介於 33.1 ~ 34.4 psu 之間，平均為 33.8 psu。夏季時的捕獲地點平均水溫較春季高了約 3 °C，鹽度則略低於春季。

過去有許多報告針對黃鰭鮪仔稚魚在中西太平洋的地理分布概況進行研究 (Wade, 1951; Matsumoto, 1958; Strasburg, 1960; Ueyanagi, 1969; Nishikawa *et al.*, 1985)，其中 Ueyanagi (1969) 與 Nishikawa *et al.* (1985) 對於非常大範圍的海域作了詳盡的研究。Nishikawa *et al.* (1985) 指出，黃鰭鮪仔稚魚廣泛的分布在熱帶及亞熱帶太平洋，



**Fig. 6** Occurrence and abundance of *Thunnus albacares* larvae, superimposed on temperature distribution in 2005, 2007 and 2009 in the surrounding waters of Taiwan. The circle indicates density of larvae in ind./1000m<sup>3</sup>.

介於北緯 30 度至南緯 30 度的海域間，而經度範圍則涵蓋整個太平洋區，其中以中西太平洋密度較高 (120°E ~ 160°W)。Chiu and Chen (1995) 的研究指出周邊海域黃鰹鮪仔稚魚大多於 5 ~ 8 月捕獲。Ueyanagi (1969) 的研究指出，黃鰹鮪仔稚魚會終年出現在熱帶海域，夏季時其南北分布會向更高的緯度延伸，分布之適水溫下限約為 26 °C，然而少數例外可以達 24 °C。

### (三) 大目鮪

在 2007 年春季，大目鮪仔稚魚主要出現在東南部的黑潮流域 (Fig. 7)；2009 年春季時數量較少，僅在西南海域有零星的捕獲。在 2007 年夏季，大目鮪仔稚魚樣本數係各航次中最高者，且分布較為廣泛，在東部黑潮流域的 7 個測站都有捕獲紀錄；2009 年夏季則未捕獲大目鮪仔稚魚。大目鮪仔稚魚的豐度與分布有年間差異，2007 年春季與夏季在東部黑潮流域均可發現其蹤跡，但 2009 年則數量甚少，春季僅零星出現，夏季時則無捕獲紀錄。

大目鮪仔稚魚在各航次捕獲地點的表層水溫及鹽度如 Table 3 所示。春季時，分布水溫的上下限介於 26.7 ~ 28.2 °C 之間，平均為 27.2 °C；鹽度則介於 33.7 ~ 34.5 psu 之間，平均為 34.2 psu。夏季時，僅 2007 年 7 月航次有捕獲紀錄，水溫介於 28.8 ~ 30.5 °C 之間，平均為 29.9 °C；鹽度則介於 33.9 ~ 34.4 psu 之間，平均為 34.3 psu。夏季時的捕獲地點平均水溫較春季高了約 2.7 °C，鹽度則差異不大。

大目鮪仔稚魚之分布範圍亦相當廣，橫跨北緯 40 度至南緯 30 度間的熱帶及亞熱帶水域。Chen and Chiu (1992) 在台灣東北部黑潮邊緣交換區亦曾捕獲大目鮪仔稚魚，但其並未進入東海陸棚海域。Chiu and Chen (1995) 的研究亦指出周邊海域鮪類仔稚魚幾乎終年均有發現，尤其是大目鮪最為明顯，然主要生殖季節仍介於春季至夏季期間。

### (四) 黑鮪

在 2007 年春季，黑鮪仔稚魚主要出現在東部的黑潮流域 (Fig. 8)，除東南部海域外，東北部海域亦

**Table 3** The minimum, maximum and average temperature and salinity for stations with tuna larvae catch during the five cruises in 2005, 2007 and 2009 in the surrounding waters of Taiwan

	2005/04			2007/05			2007/07		
	Min.	Max.	Ave.	Min.	Max.	Ave.	Min.	Max.	Ave.
Temperature (°C)									
<i>Thunnus alalunga</i>	26.9	27.4	27.2	27.0	28.1	27.7	29.4	30.8	30.3
<i>Thunnus albacares</i>	26.4	27.0	26.7	27.2	28.1	27.7	29.7	30.4	29.9
<i>Thunnus obesus</i>	27.0	27.0	27.0*	27.3	28.2	27.7	28.8	30.5	29.9
<i>Thunnus orientalis</i>	-	-	-	25.4	28.1	27.4	29.4	30.7	30.2
Salinity (psu)									
<i>Thunnus alalunga</i>	34.4	34.5	34.5	33.9	34.4	34.2	33.5	34.4	34.1
<i>Thunnus albacares</i>	34.5	34.5	34.5	34.0	34.4	34.3	33.8	34.3	34.1
<i>Thunnus obesus</i>	34.5	34.5	34.5*	34.2	34.4	34.3	33.9	34.4	34.3
<i>Thunnus orientalis</i>	-	-	-	34.2	34.6	34.4	33.5	34.4	34.1

	2009/05			2009/08		
	Min.	Max.	Ave.	Min.	Max.	Ave.
Temperature (°C)						
<i>Thunnus alalunga</i>	26.0	26.8	26.5	-	-	-
<i>Thunnus albacares</i>	26.0	27.7	26.8	28.9	31.4	30.2
<i>Thunnus obesus</i>	26.7	26.7	26.7	-	-	-
<i>Thunnus orientalis</i>	27.7	27.7	27.7*	30.2	30.3	30.3
Salinity (psu)						
<i>Thunnus alalunga</i>	33.7	34.2	33.9	-	-	-
<i>Thunnus albacares</i>	33.7	34.3	34.0	33.1	34.4	33.6
<i>Thunnus obesus</i>	33.7	34.1	33.9	-	-	-
<i>Thunnus orientalis</i>	34.3	34.3	34.3*	33.4	33.8	33.6

\*Denotes only one larvae caught during the cruise

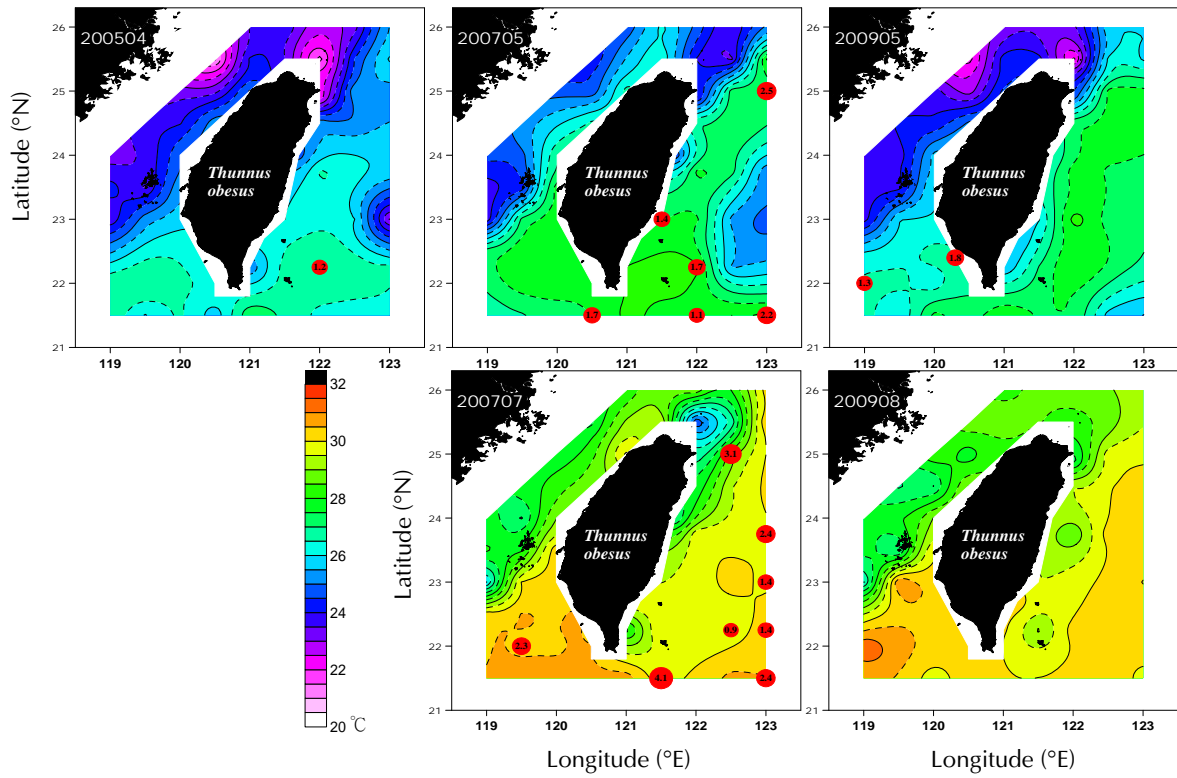
可發現其蹤跡；2009 年春季只有 1 個測站有捕獲紀錄。在 2007 年夏季，黑鮪仔稚魚主要出現在台灣東南部的黑潮流域，2009 年夏季僅有零星的捕獲紀錄。黑鮪仔稚魚的豐度與分布有明顯的年間差異，2007 年春季與夏季在東部黑潮流域均可發現其蹤跡，但 2009 年數量甚少，春季與夏季均僅零星捕獲。

黑鮪仔稚魚在各航次捕獲地點的表層水溫及鹽度如 Table 3 所示。春季時，分布水溫的上下限介於 25.4 ~ 28.2 °C 之間，平均為 27.5 °C；鹽度則介於 34.2 ~ 34.6 psu 之間，平均為 34.3 psu。夏季時，

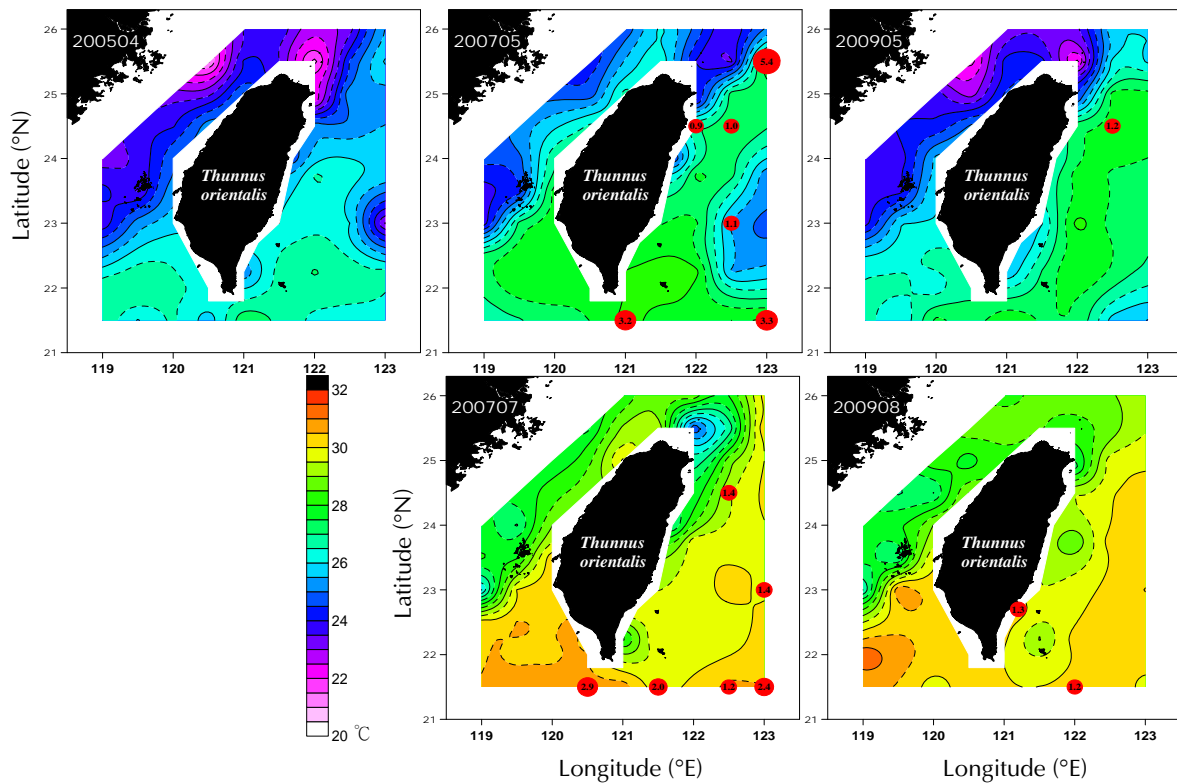
水溫介於 29.4 ~ 30.7 °C 之間，平均為 30.2 °C；鹽度則介於 33.4 ~ 34.4 psu 之間，平均為 33.8 psu。夏季時的捕獲地點平均水溫較春季高了 2.7 °C，鹽度則略低於春季。

Tan and Chen (1975) 及 Tanaka (1999) 的研究指出，黑鮪仔稚魚多分布在水溫 27 °C，鹽度 34 ~ 35 psu 的水域；本研究春季捕獲黑鮪仔稚魚之平均表水溫為 27.5 °C，然夏季時的平均水溫已達 30.2 °C，與過去研究的差異可能是由於採樣時間點不同所致。





**Fig. 7** Occurrence and abundance of *Thunnus obesus* larvae, superimposed on temperature distribution in 2005, 2007 and 2009 in the surrounding waters of Taiwan. The circle indicates density of larvae in ind./1000m<sup>3</sup>.



**Fig. 8** Occurrence and abundance of *Thunnus orientalis* larvae, superimposed on temperature distribution in 2005, 2007 and 2009 in the surrounding waters of Taiwan. The circle indicates density of larvae in ind./1000m<sup>3</sup>.

Chiu and Chang (1991) 在6月及8月的調查結果指出，黑鮪與大目鮪仔稚魚為台灣東部外洋區之普遍種，其分布呈不勻稱狀 (patchy)，在東部黑潮流域並無特別的分布形式，而黃鰭鮪及長鰭鮪同樣主要分布於黑潮流域外洋區。許 (1992) 調查結果顯示黑鮪仔稚魚為周邊水域出現的四種鮪類仔稚魚中數量最多的，且廣泛的分布在東部的黑潮流域。

Chen *et al.* (2006) 針對台灣東南部海域 (122 ~ 125°N、19 ~ 23°E) 的黑鮪進行研究，經由卵巢發育階段等生殖生物學特徵推定，此區的黑鮪產卵期在4月底至6月中，5月底至6月初為產卵高峰；而隨著黑鮪繼續北上，仍會繼續其產卵行為一直到日本海域 (約至8月) (Tanaka, 1999)。此外，Yabe *et al.* (1966) 指出黑鮪仔稚魚在5月底至6月初會大量的出現在西北太平洋海域，Chiu and Chen (1995) 的研究則指出黑鮪仔稚魚在台灣東部海域出現的時間約介於3 ~ 8月間。日本在2012年及2011年的5 ~ 9月期間，以浮游生物網在日本西南諸島海域 (與那國島、石垣島、宮古島、沖繩本島) 進行採集，分別採得黑鮪仔魚205尾及125尾；1cm以上的稚魚則在屋久島西方海域的黑潮流域主軸及北緣附近分布密度較高 (日本水產廳, 2012)。

本研究中可發現鮪類仔稚魚在不同年間的出現密度與位置不同，由於仔稚魚的初期死亡率受海洋環境的影響起伏很大，可能是由於水溫、鹽度或餌料生物的變動而造成了仔稚魚數量的年間差異，然仍須正確掌握產卵場地點並追蹤仔稚魚的棲息環境，才能釐清造成年間差異的確切原因。2007年春夏兩季的鮪類仔稚魚在東北部海域似乎會隨著黑潮繼續北上 (Fig. 4)，並不會進入黑潮與東海陸棚交界處的陸棚邊緣湧昇區水團，然 Chiu and Chen (1995) 調查結果顯示黑鮪及大目鮪仔稚魚會出現於東海陸棚區，推測可能係由於黑潮流軸的年間變動造成了鮪類仔稚魚分布的差異，然此部分未來仍須探討海流變動並累積更長期的觀測資料方能證實。

鮪類仔稚魚及其初期生活史的研究由於與資源評估息息相關而越來越受重視，然鮪類屬於大洋洄游性魚種，其產卵場比其它魚種更難判斷，仔稚魚隨洋流輸送的範圍亦相當廣大，這也使得

我們無法有效的捕獲到大量的鮪類仔稚魚；要解決此一問題，需要依靠更多的採樣來增加樣本數量，或者擴大採樣的範圍，在產卵期間增加航次密集採集，加長監測的時間分析長期之趨勢，以了解鮪類仔稚魚出現的季節變化及與海流間的關聯性。

## 謝 辭

本計畫幸得海洋漁業組同仁多年來持續出海採樣、水試一號試驗船全體船員的協助以及審查委員提供寶貴意見，始能順利完成，謹此表達由衷謝意。

## 參考文獻

- 日本水產廳 (2012) 「太平洋クロマグロ仔稚魚分布調査」の結果について ([http://www.jfa.maff.go.jp/j/press/sigen/121127\\_1.html](http://www.jfa.maff.go.jp/j/press/sigen/121127_1.html))
- 許世賢 (1992) 臺灣產鯖科仔稚魚之分類及地理分布。國立台灣大學動物學研究所碩士論文, 128 pp.
- 曾文陽, 胡興華 (1972) 台灣鮪類稚魚初步研究。臺灣省水產試驗所試驗報告, 20: 39-47.
- 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, C. S. and T. S. Chiu (1992) Comparison of ichthyoplankton guild in the Kuroshio edge exchange area. TAO (3): 335-346.
- Chen, K. S., P. Crone and C. C. Hsu (2006) Reproductive biology of female Pacific bluefin tuna *Thunnus orientalis* from southwestern North Pacific Ocean. Fish. Sci., 72: 985-994.
- Chiu, T. S. and K. Z. Chang (1991) The density distribution and co-occurred Families of ichthyoplankton in the Eastern waters of Taiwan. J. Fish. Soc. Taiwan 18(2):77-88.
- 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: 125-137.
- Huang, C. C. and R. T. Yang (1974) Age and growth of yellowfin tuna in the waters around the southern part of Taiwan. J. Fish. Soc. Taiwan, 3(2): 51-60.
- 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., 70(1): 1-12.
- Nishikawa, Y., M. Honma, S. Ueyanagi and S. Kikawa (1985) Average distribution of larvae of oceanic species of scombrid fishes, 1956-1981. Far Seas Fish. Res. Lab. S. Ser., 12-99.
- Nishikawa, Y. (1988) Scombridae. In An Atlas of the Early Stages Fishes in Japan (M. Okiyama ed.), Takai. Univ. Press, Japan, 609-624 (in Japanese).
- Okiyama, M. (1974) Occurrence of the postlarvae of bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, Japan Sea Reg. Bull. Fish. Res. Lab., 25: 89-97.
- Okiyama, M. (ed.) (1985) An Atlas of the Early Stage Fishes in Japan. Tokai Univ. Press, Tokyo, 1154 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.
- Oshima, K, M. Abe and S. Uematsu (2012) Japanese pacific bluefin tuna catch updates. ISC/12/PBFWG-2/01
- Sakara, T. and Y. Hanazwa (1979) Distribution of water masses in the East China Sea. Umi Sora, 54: 135-148.
- Strasburg, D. W. (1960) Estimates of larval tuna abundance in the Central Pacific. Fish. Bull. U.S. Fish Wildl. Serv., 60(167): 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.
- Tanaka, S. (1999) Spawning season of Pacific bluefin tuna estimated from histological examination of the ovary. A NRIFSF/IATTC Joint Workshop on Pacific Northern Bluefin Tuna, Shimizu, Japan. ISC, Honolulu, HI. 11.
- Tzeng, W. N. (1989) Preliminary studies on species composition of fish larvae and juveniles in the Kuroshio waters adjacent to Taiwan with reference to water mass and diurnal variation. Acta Oceanogr. Taiwanica, 22: 102-115.
- 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: 177-256.
- Wade, C. B. (1951) Larvae of tuna and tuna-like fishes from the Philippine waters. Fish. Bull. U.S. Fish Wildl. Serv., 51: 445-485.
- Wu, C. L., C. L. Kuo and C. F. Chang (1997) Maturation of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) ovaries from the southern waters of Taiwan. J. Fish. Soc. Taiwan, 24(4): 299-312.
- Yabe, H. and S. Ueyanagi (1962). Contributions to the study of the early life history of the tunas. Occas. Pap. 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.
- Yang, R. T. (1971) Population study of yellowfin tuna in the waters adjacent to Taiwan. Acta. Oceanogr. Taiwanica, 1: 137-156.
- Yoshida, H. O. (1971) Distribution, apparent abundance, and length composition of juvenile albacore, *Thunnus alalunga*, in the South Pacific Ocean. U. S. Nat. Mar. Fish. Serv., Fish. Bull., 69 (4): 821-827.

## Annual Distribution and Abundance of Tuna Larvae (Pisces: Scombridae: Thunnini) in the Surrounding Waters of Taiwan

Yu-Kai Chen<sup>1</sup>, Yu-Tzu Wang<sup>1</sup>, Chia-I Pan<sup>1</sup>, Chi-Lun Wu<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 distribution and abundance of tuna larvae in the surrounding waters of Taiwan, samples from five cruises were examined, which included 62 stations in 2005, 2007 and 2009. A total of 131 larval tuna were collected using an ORI net, including samples of *T. alalunga* (28), *T. albacares* (48), *T. obesus* (28) and *T. orientalis* (27). *T. albacares* larvae were most abundant in spring and summer. In spring, the ambient sea surface temperatures for *T. alalunga*, *T. albacares*, *T. obesus* and *T. orientalis* were 27.1, 27.1, 27.2 and 27.5 °C, respectively. In summer, the ambient temperatures for *T. alalunga*, *T. albacares*, *T. obesus* and *T. orientalis* were 30.3, 30.1, 29.9 and 30.2 °C, respectively. The results showed that tuna larvae were found primarily in the Kuroshio Current and the Kuroshio Branch Current mixed with South China Sea Surface Water. More tuna larvae were found in the oceanic area than in the coastal area. The distribution patterns and abundances measured differently in different years, which might relate to the fluctuation of water temperature, salinity or prey abundances. Further studies should be designed to locate the spawning grounds and to collect the information regarding the ambient environment of the tuna larvae in order to figure out the causes of annual differences.

**Key words:** Kuroshio Current, albacore tuna, yellowfin tuna, bigeye tuna, bluefin tuna, tuna larvae

---

\*Correspondence: Fisheries Research Institute, 199 Hou-lh Road, Keelung 202, Taiwan. TEL: (02) 2462-0053; FAX: (02) 2462-4254; E-mail: dcliu@mail.tfrin.gov.tw