

臺灣西南海域大棘大眼鯛之生殖生態研究

翁進興^{1*} · 黃建智¹ · 吳春基¹ · 劉光明² · 吳龍靜¹

¹行政院農業委員會水產試驗所沿近海資源研究中心

²國立臺灣海洋大學海洋事務與資源管理研究所

摘 要

大棘大眼鯛 (*Priacanthus macracanthus*) 係臺灣西南海域拖網漁業之主要經濟性漁獲魚種之一，周年均可漁獲。本研究於 2011 年 1 月至 2012 年 1 月採集由拖網船捕撈之標本 1,656 尾，性比為 42.0% (雌魚)。雌雄合併之體長與體重之關係式為 $BW = 1.5 \times 10^{-5} FL^{3.026}$ ($R^2 = 0.936$, $n = 1,656$, $p < 0.01$)。生殖期間，卵徑達 0.5 mm，生殖腺已發育至成熟狀態，達 0.7 mm 即呈透明卵 (水卵)。主要產卵期為 1 - 7 月，產卵盛期為 2 - 4 及 7 月，屬於生殖期長且一年產卵 1 次之型態。平均孕卵數為 $433,235 \pm 278,533$ 粒，平均產卵數為 $91,763 \pm 89,705$ 粒，卵巢內卵粒成熟率 0.9 - 54.6%，平均成熟率約為 14.8%；相對孕卵數為 115 - 6,190 粒，平均為 2,187 粒，相對孕卵數與尾叉長無顯著關係。成熟比率與體長之關係，雌雄分別為 $Pr = 1/(1+e^{16.39-0.076FL})$ ($R^2 = 0.98$, $n = 695$)， $Pr = 1/(1+e^{12.31-0.056FL})$ ($R^2 = 0.97$, $n = 961$)。雌雄魚之 50% 性成熟體長分別為 214.6 mm、219.8 mm，而兩者之絕對性成熟體長均為 290.0 mm。臺灣西南海域大棘大眼鯛之產卵場主要分布於高雄至東港、小琉球東南方，水深 100 - 250 m 之海域，在 3、7 月於東港、小琉球西南方及枋山等外海均有採集到大棘大眼鯛之仔稚魚，顯示該海域可能為其孵育場。

關鍵詞：大棘大眼鯛、生殖生態、產卵期、產卵場、臺灣西南海域

前 言

大棘大眼鯛 (*Priacanthus macracanthus*) 俗名紅目鱧、嚴公仔，隸屬大眼鯛科 (Priacanthidae) (Fig. 1)，是一種中型，棲息於淺海溫水海域之底棲性魚類，常成群洄游，主要分布在西太平洋，範圍涵蓋日本南部、印尼西部 (Russell and Houston, 1989)，臺灣周邊沿近海域如西南地區的東港、梓官及東北地區的大溪、南方澳等均有分布 (漁業局, 1996)。大棘大眼鯛是臺灣重要西南海域拖網船之主要漁獲魚種之一，延繩釣、流刺網及手釣亦可漁獲。本魚種周年均可漁獲，主要漁期為 9 月至翌年的 2 月，盛漁期為 11 - 1 月，主要棲息水深為 50 - 200 m 之泥底海域，由於肉質鮮美，魚價高，

是一種高經濟價值魚種。

有關國外對大棘大眼鯛生殖及生物特性研究上，本魚種孕卵數隨體長有增加之趨勢 (Oki and Tabeta, 1999)，成熟卵徑約為 0.25 mm (Rao, 1984)，產卵高峰為 5 - 6 及 9 月 (Lester and Watson, 1985)。年齡成長研究上，本魚種每個月成長速率小於 10 mm (Rao, 1984)，年齡可達 4 歲 (Ju *et al.*, 2016)。國內對其年齡成長及生殖生物學之研究則以北部海域為主，本魚種第 1 年成長速率最快，可達 102 mm，第 2 年增加 44 mm，之後逐年降低 (Joung and Chen, 1992)，產卵高峰為 4 - 7 月 (Liu *et al.*, 2001)。南部海域相關研究則雖有 Liu *et al.* (1992) 於東港進行，推估最小性成熟體型為 170 mm，江 (2013) 及陳 (2014) 在臺灣西南海域進行生殖生物及年齡成長探討，但這些標本係採自於魚市場，無法記錄到正確之漁獲地點，無法深入探討產卵場及孵育場之分布。因此，本研究將針對大棘大眼鯛於臺灣西南海域之漁期、作業

*通訊作者 / 高雄市前鎮區漁港北三路 6 號, TEL: (07) 821-8103; FAX: (07) 821-8205; E-mail: j-s.ueg@mail.tfrin.gov.tw

漁場、產卵場、產卵期及孵育場等生殖生態進行完整的研析與探討，以瞭解本魚種於臺灣西南海域之族群特徵及其棲息環境，究明大棘大棘大眼鯛之生殖生態，俾能針對本魚種未來資源解析評估、保育及管理提供政策擬定之參考依據。



Fig. 1 *Priacanthus macracanthus* (300.0 mm FL).

材料與方法

一、樣本來源

本研究自 2011 年 1 月至 2012 年 1 月，按月至屏東縣東港區漁會及高雄市梓官區漁會魚市場採集，而這些標本係由當地之小型單拖網船於台南至楓港沿近海域當日所漁獲，其漁場主要分為 A、B、C 等 3 個作業漁區，其中 A 區主要分布在小琉球東南方至楓港沿岸之海域；B 區主要分布在高雄至東港之海域；C 區主要分布在高雄以北，台南以南之海域 (Fig. 2)。

採得之標本立即以碎冰冰藏，攜回本中心實驗室之冷凍櫃儲存，翌日再進行各項測定、解剖及性別之判斷，體長 (mm)、體重 (g) 及肝臟重 (g)，精確至小數第 1 位；生殖腺重 (g) 則至小數第 2 位，取出生殖腺使用 10% 之福馬林保存，作為日後組織切片、孕卵數估算及卵徑大小測定用。所有採集之標本均記載標本船之名稱、時間、地點，然後依其被漁獲之作業航跡資訊 (voyage data recorder, VDR)，進行分析歸納大棘大眼鯛之作業漁場、產卵場之分布情形。此外，再以水試二號試驗船 (345 ton) 進行大棘大眼鯛之仔稚魚分布調查，以 ORI 浮游生物網，網口徑為 160 cm，網目大小

為 330 μm ，將網具投放至水深 200 m (水深不足者則投放至離底 5 m)，以 1 m/s 之速率斜拖方式進行，試尋本海域大棘大眼鯛之孵育場分布。

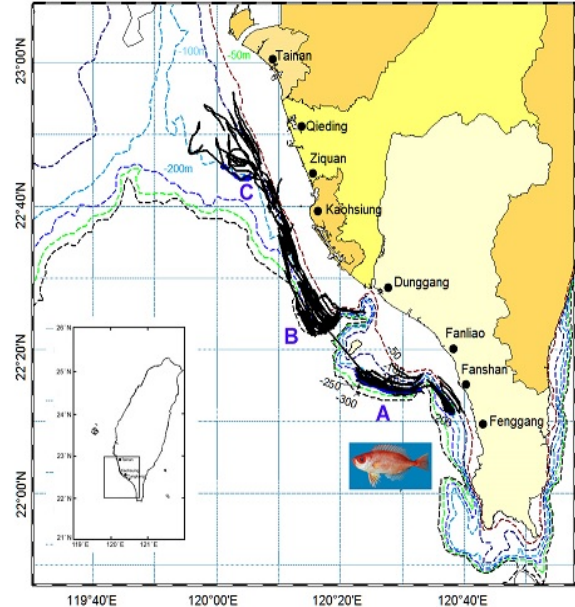


Fig. 2 Sampling area of *Priacanthus macracanthus* in the waters of southwestern Taiwan. (The black trails in areas A, B, and C).

二、生殖腺發育測定

生殖腺指數 (GSI)、肥滿度係數 (CF)、肝臟指數 (HSI) 之計算公式分別為： $GSI = (\text{生殖腺重}/\text{去內臟重}) \times 10^2$ ； $CF = (\text{去內臟重}/\text{尾叉長}^3) \times 10^5$ ； $HIS = (\text{肝臟重}/\text{去內臟重}) \times 100\%$ ，性比 (sex ratio) 則為： $(\text{雌魚數}/\text{總標本數}) \times 100\%$ 。體長與體重之關係分析，首先以雌雄魚各別分析，然後再利用最大概似法檢定 (likelihood ratio test) 檢定雌雄間之差異 (Cerrato, 1990)，如雌雄魚之體長體重關係無顯著差異時，則以兩者合併之體長體重關係式為代表。另外孕卵數 (fecundity)、產卵數 (fertility)、相對孕卵數 (relative fecundity) 之計算公式分別為 0.05 g 重卵塊中卵徑 0.1 mm 以上之卵粒數 \times (卵巢重/0.05 g 卵重)；孕卵數 \times 卵粒成熟率；孕卵數/去內臟重 (Wu *et al.*, 2012)。依據 Kawasaki *et al.* (1985) 之定義，所謂產卵數即在生殖季節內達初產卵前期之成熟卵粒數。

本研究中，由生殖腺之外觀型態再配合組織切片觀察，雌魚之卵徑若有大於 0.5 mm 以上者，

而雄魚在由體內取出鼓脹之精巢，用手指擠壓時有精液流出者，即均判定為成熟魚。依據 Kagwade (1968)、Silva (1973)、Miu *et al.* (1990) 等認為在某一體長已有 50% 達成熟者，則可以認定該體長為最小性成熟體長，而達 100% 者則為性完全成熟體長。最初性成熟體長之估計係利用 logistic 曲線 (King, 1995)，估算成熟率達 50% 之體長，logistic 曲線公式為 $Pr = 1/(1+e^{a+bFL})$ ，式中 Pr 為成熟率，FL 為尾叉長， a 、 b 為參數。

三、產卵場分布

根據拖網標本船當日之 VDR 所記錄之作業海域之地理位置資訊，確定漁獲大棘大眼鯛之作業漁場，另再依據雌魚生殖腺之各不同成熟階段所漁獲的漁區，分別設定為發育、成熟及產卵等漁區。

結 果

一、體長、體重組成分布

共計採得標本 1,656 尾，其中雌魚 695 尾、雄魚 961 尾，其體長及體重分布範圍各為 158.4 - 344.0 mm，62.8 - 638.8 g 以及 139.0 - 290.0 mm，50.3 - 416.1g (Table 1)。雌雄魚之平均體長月別變動趨勢極為一致，但雌魚之體型均比雄魚大，此外，兩者在冬季各月中所出現魚群之體型均較小，而以 9 月份則有較明顯的大型魚群出現，雌雄魚之平均體長分布高峰分別為 240、220 mm，其所佔比率分別為 39.0%、47.7%，而 240 mm FL 則以雌魚佔優勢。

二、體長與體重之關係

大棘大眼鯛雌雄別之體長與體重之關係式分別為 $BW = 1.2 \times 10^{-5} FL^{3.073}$ ($R^2 = 0.949$, $n = 695$, $p < 0.01$)、 $BW = 4.4 \times 10^{-5} FL^{2.822}$ ($R^2 = 0.914$, $n = 961$, $p < 0.01$)，經檢定結果顯示雌雄魚之體長體重關係並無顯著差異 ($p > 0.01$)。因此，將雌雄資料合併後，所估計之體長體重關係式為 $BW = 1.5 \times 10^{-5} FL^{3.026}$ ($R^2 = 0.936$, $n = 1,656$, $p < 0.01$) (Fig. 3)。

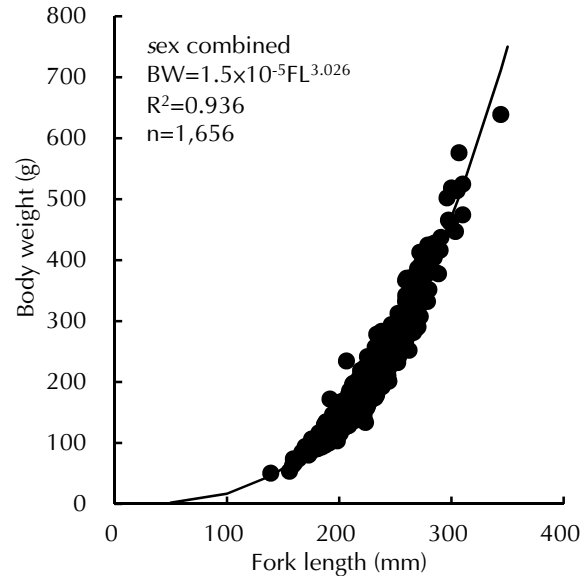


Fig. 3 Relationship between fork length and body weight of *Priacanthus macracanthus*.

三、性比

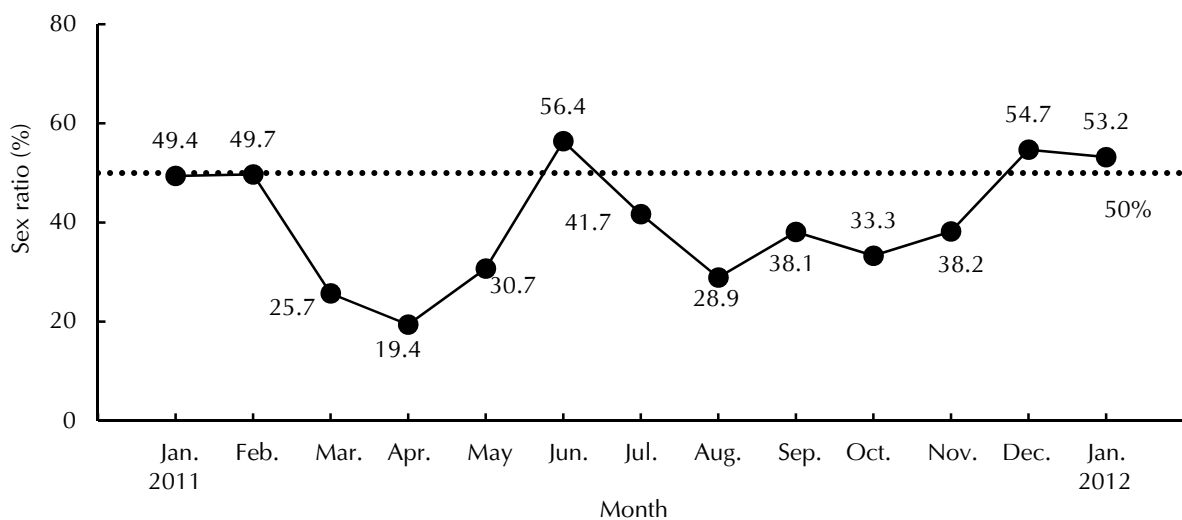
本研究 1,656 尾大棘大眼鯛標本中，雌魚 695 尾、雄魚 961 尾，性比為 42.0%。性比月別變動情形 (Fig. 4) 顯示，2011 年 6、12 月及 2012 年 1 月以雌魚稍佔優勢外，其餘各月均以雄魚佔優勢，其中性比以 2011 年 4 月 19.4% 最低，次之為 3 月 25.7%。體長別之性比分布情形 (Fig. 5) 顯示，大棘大眼鯛在體長上之性比分布明顯，在 240 mm FL 以下之中、小型魚之性比幾乎均小於 50%，>240 mm FL 以上性比均隨體長增加而遞增，亦即在 240 mm FL 以上雌魚佔有優勢。

四、生殖腺指數 (GSI)、肥滿度 (CF)、肝臟指數 (HSI) 之月別變動

雌魚之平均 GSI 值介於 0.9 - 8.6 之間，從 2011 年 1 月即逐月呈直線上昇，至 4 月份達最高峰，其值為 8.6，而後 5、6 月稍降，至 7 月份再上昇至次高峰，值為 8.2，此後幾乎呈下降趨勢，而以 2012 年 1 月份為最低 (0.9) (Fig. 6)。雄魚方面，其 GSI 值介於 0.4 (12 月) - 3.0 (5 月) 之間，其月別變動趨勢亦與雌魚大體一致，唯其最高值乃在 5 月份，比雌魚延遲一個月，而最低值則為 12 月 (Fig. 6)。

Table 1 Specimens of *Priacanthus macracanthus* caught by trawlers in the southwestern waters of Taiwan from January 2011 to January 2012

Month	Sex	No. of specimens	Range of fork length (mm)	Range of body weight (g)
2011 Jan.	F	79	200.3-252.0	143.5-283.1
	M	81	193.3-230.5	123.2-230.5
Feb.	F	75	209.8-306.8	162.5-576.1
	M	76	139.0-249.7	50.3-276.5
Mar.	F	27	211.9-255.8	195.3-294.1
	M	78	195.3-270.3	135.9-290.4
Apr.	F	20	218.4-267.2	193.5-350.6
	M	84	193.3-244.9	130.1-247.8
May	F	42	194.3-344.0	130.2-638.8
	M	95	172.5-267.8	89.9-255.6
Jun.	F	79	191.8-303.6	139.9-446.9
	M	61	186.3-264.7	109.5-335.9
Jul.	F	35	205.9-296.1	141.3-502.1
	M	49	184.8-272.2	106.7-307.5
Aug.	F	24	221.5-279.5	164.1-379.5
	M	59	188.2-257.0	115.1-259.4
Sep.	F	16	250.4-310.0	264.9-524.5
	M	26	205.7-290.0	134.9-416.1
Oct.	F	43	185.7-299.1	115.3-465.4
	M	86	166.7-258.7	83.6-306.9
Nov.	F	65	158.4-284.6	62.8-424.4
	M	105	173.2-266.2	81.6-297.3
Dec.	F	116	168.4-280.8	84.5-399.9
	M	96	155.8-238.7	53.4-248.0
2012 Jan.	F	74	176.3-232.0	100.7-211.6
	M	65	180.6-234.7	93.5-201.0
Subtotal	F	695	158.4-344.0	62.8-638.8
	M	961	139.0-290.0	50.3-416.1
Total		1656	139.0-344.0	50.3-638.8

**Fig. 4** Monthly changes in sex ratio (% female) of *Priacanthus macracanthus*.

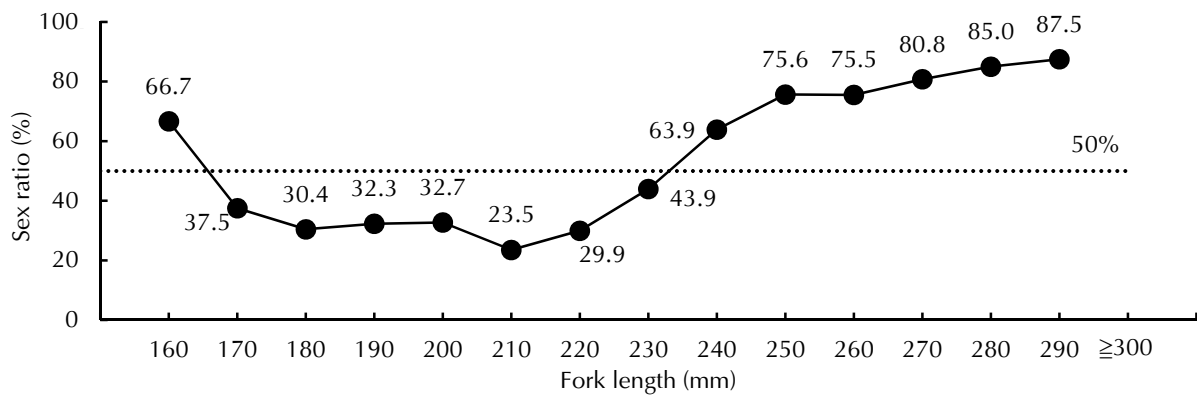


Fig. 5 Sex ratio (% female) at different fork lengths of *Priacanthus macracanthus*.

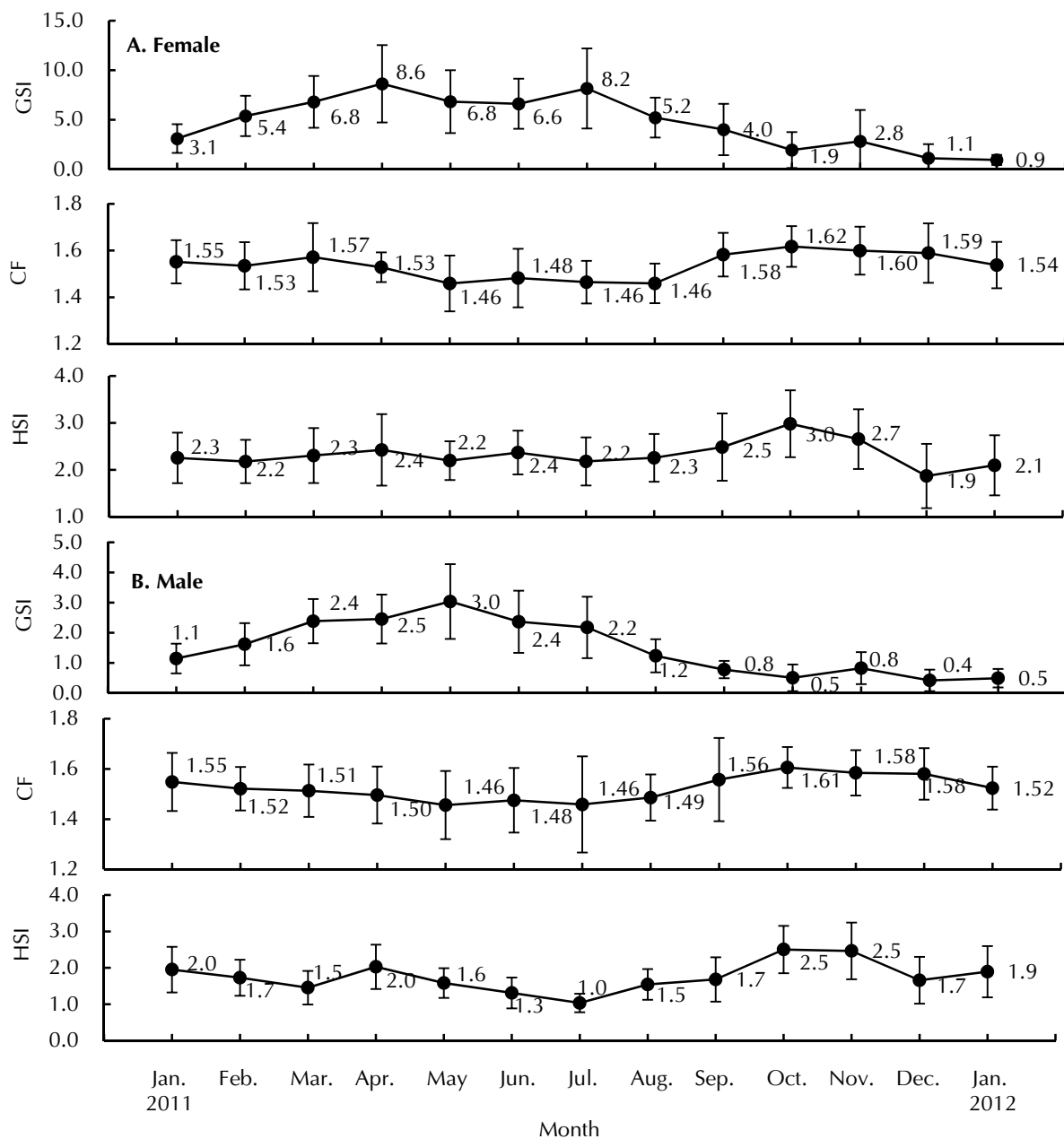


Fig. 6 Monthly variations in gonadosomatic index (GSI), condition factor (CF), and hepatosomatic index (HSI) of *Priacanthus macracanthus*. Circle and vertical bar denote mean and standard deviation, respectively.

雌雄魚之月別平均肥滿度相差不大，其月別間變動幅度亦並不顯著 (Fig. 6)。雌魚之月別平均肥滿度介於 1.46 (5、7、8 月) - 1.62 (10 月) 之間，其月別變動幾乎與 GSI 呈反向趨勢；而雄魚之月別平均肥滿度介於 1.46 (5、7 月) - 1.61 (10 月) 之間，其月別變動趨勢大致上與雌魚相同。

雌魚之平均 HSI 介於 1.9 (12 月) - 3.0 (10 月) 之間，而 1-9 月間，其 HSI 呈極小值 (2.2-2.5) 變動，至 10 月份達最高值 (3.0) (Fig. 6)；而雄魚之月別平均 HSI 介於 1.3 (6 月) - 2.5 (10、11 月) 之間 (Fig. 6)。由圖中可看出雌、雄魚之平均肥滿度月別分布與生殖線指數大致呈反向的變動趨勢。

五、卵徑大小

大棘大眼鯛之卵徑分布介於 0.10 - 1.21 mm，除了 2011 年 11、12 月及 2012 年 1 月外，其餘各月幾乎均呈大小雙峰狀態，至 3 月份逐漸有大型卵粒出現，當卵徑達 0.4 mm 時即漸有成熟狀，尤其在 3 - 8 月份出現卵徑 0.6 mm 之成熟卵明顯增多 (Fig. 7)。

卵徑頻度分布與 GSI 之間有密切之關係，GSI 在 1.0 以下，卵徑大多數分布於 0.2 mm，GSI 達 1.0 以上時，開始出現少數卵徑達 0.5 mm 以上之卵粒，GSI 達 2.0 以上時，此種卵徑之卵粒數量逐漸增加，此時卵徑頻度分布亦明顯呈現二個高峰。而根據組織切片之觀察，有些卵巢之卵徑在達 0.5 mm 時即達成熟，而透明卵(水卵)之卵徑為 0.7 mm 以上，亦即 GSI 在 2.35 以上之卵巢即可達到成熟與水卵階段。

六、孕卵數及產卵數

大棘大眼鯛之孕卵數估計為 19,012 (207.9 mm FL) - 1,054,780 粒 (232.8 mm FL)，平均孕卵數為 433,235±278,533 粒。孕卵數與體長之散佈圖呈不規則狀分布，即兩者之間無顯著的關係，另孕卵數 (F) 與卵巢重 (OW) 呈直線關係，其關係式為 $F = 94949 + 24526OW$ ($R^2 = 0.740$, $n = 145$)。

大棘大眼鯛之平均產卵數為 91,763 ± 89,705 粒，卵巢內卵粒成熟率介於 0.9 - 54.6，平均成熟率約為 14.8%，產卵數與尾叉長之散佈圖亦呈不規則狀分布，即兩者之間無顯著的關係，另產卵數 (Fe) 與 GSI 之間亦呈指數關係： $Fe = 984.96GSI^{2.12}$, $R^2 = 0.706$ 。相對孕卵數為 115 - 6,190 粒，平均為 2,187 粒，相對孕卵數與尾叉長之散佈圖亦呈不規則狀分布，即兩者呈無顯著的關係。

七、最小性成熟體長

大棘大眼鯛雌雄別之成熟比率與體長之關係式，分別估計如下： $Pr = 1/(1+e^{16.39-0.076FL})$ ($R^2 = 0.98$, $n=695$)； $Pr = 1/(1+e^{12.31-0.056FL})$ ($R^2 = 0.97$, $n = 961$)，50% 性成熟體長雌雄分別為 214.6 mm、219.8 mm，兩者之絕對 (100%) 性成熟體長均為 290.0 mm (Fig. 8)。

八、卵細胞之發育過程

由組織切片觀察大棘大眼鯛卵細胞之形態變化，將其發育階段分為 9 個時期，分述如下：

(一) 染色質-核仁期 (Chromatin-nucleolus stage, Cn)

卵巢非常的小，一般卵細胞外形大約呈圓型及卵徑 > 0.05 mm 之間 (Fig. 9A)。

(二) 周邊核仁期 (Per-nucleolus stage, Pn)

卵巢仍小，卵細胞一般外形亦呈圓型，卵徑在 0.04 - 0.09 mm 之間 (Fig. 9B)。

(三) 卵黃胞期 (Yolk vesicle stage, Yv)：

卵細胞一般外形亦呈圓型或橢圓形，卵徑在 0.09 - 0.17 mm 之間，細胞質內側出現油球，油球在核周邊部形成油球環 (Fig. 9C)。

(四) 初級卵黃球期 (Primary yolk stage, Ys1)

此期細胞核漸呈不規則狀，而卵黃胞及油球之大小及數目漸增，且核仁散布於細胞核內，卵徑在 0.12 - 0.23 mm 之間 (Fig. 9D)。

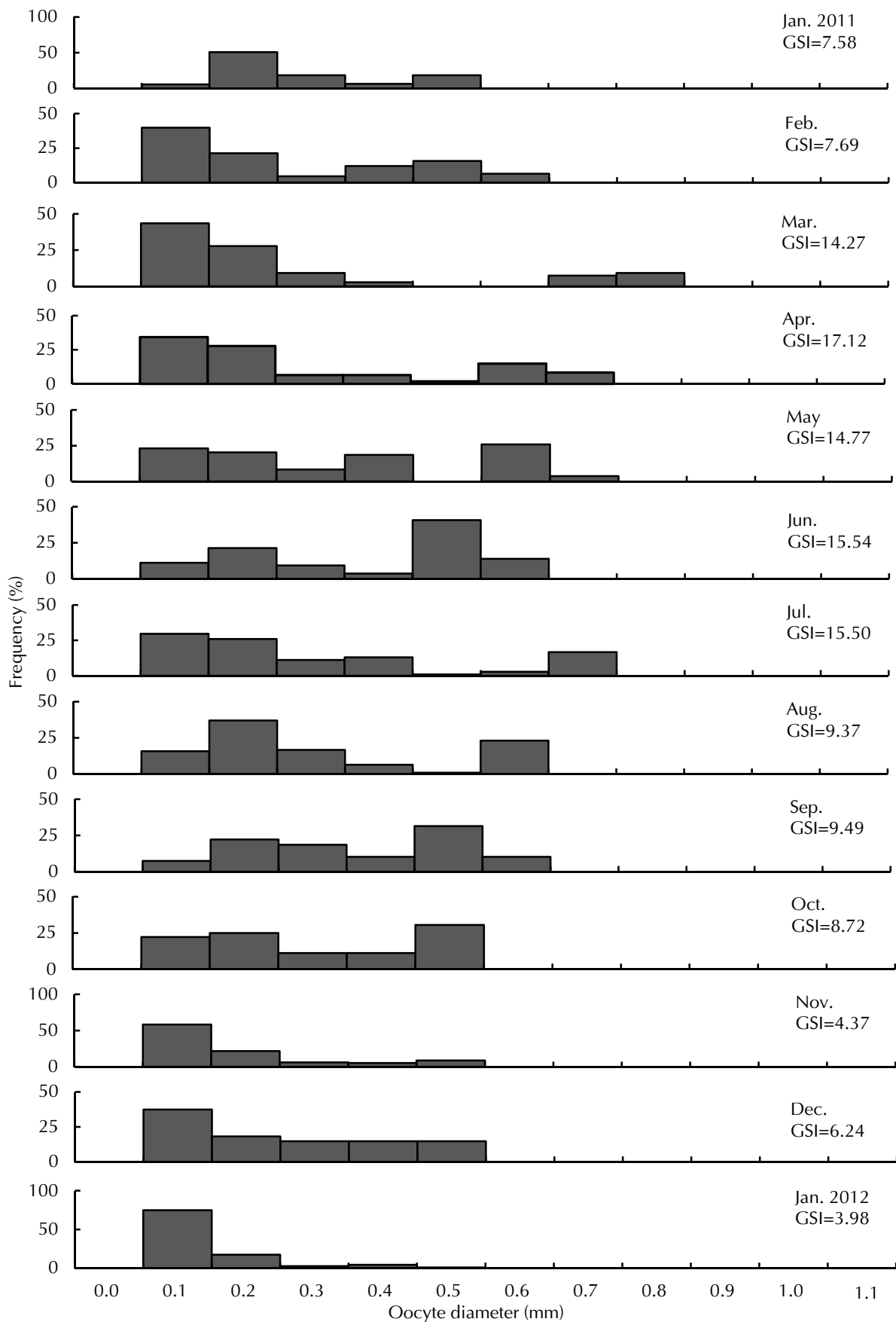


Fig. 7 Monthly changes in oocyte diameter distribution of *Priacanthus macracanthus*.

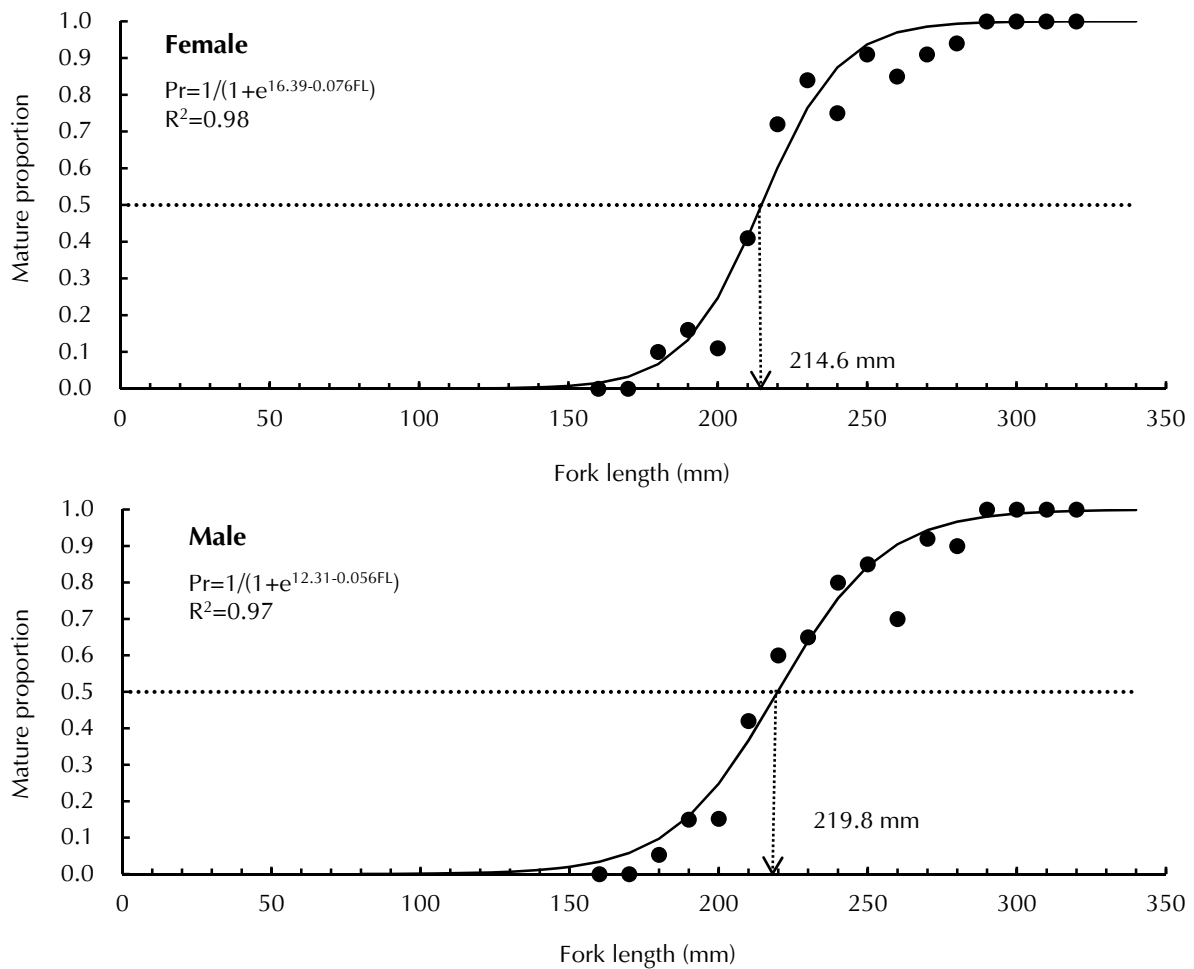


Fig. 8 Relationship between the mature percentage (pr) and fork length (FL) of *Priacanthus macracanthus*.

(五) 次級卵黃球期 (Secondary yolk stage, Ys2)

卵黃胞及油球之大小及數目快速增加且完全散布於整個細胞質內，細胞核仍呈不規則狀，卵徑在 0.18 - 0.30 mm 之間 (Fig. 9E)。

(六) 第三級卵黃球期 (Tertiary yolk stage, Ys3)

卵徑在 0.21 - 0.33 mm 之間，卵黃球越來越發達，且已開始相互合併成卵黃團，油球大小、數目不變，但核仁已消失 (Fig. 9F)。

(七) 胚胎移動期 (Migratory nucleus stage, Mn)

卵徑在 0.22 - 0.39 mm 之間，卵黃球均已合併

為卵黃團，油球大小數目不變，細胞核仍為不規則狀向放射層移動，核仁消失，在外觀上已漸顯現白色透明狀 (Fig. 9G)。

(八) 完熟期 (Ripe egg stage, Re)

卵徑在 0.31 - 0.67 mm 之間，油球再相互癒合為一或二個大型油球，顯示浮性卵的特徵，此時卵黃團即已充滿著整個卵粒，細胞外圍顆粒層及卵鞘細胞皆消失，在外觀上已呈現白色透明狀 (Fig. 9H)。

(九) 完熟期之透明卵 (Transparent egg stage)

卵細胞達成熟期時，即將進行排卵前所吸附水分而形成外貌透明狀，亦稱「水卵」，卵粒吸水後，卵形漲大，此時卵徑在 0.67 - 1.21 mm 之間 (Fig. 9I)。

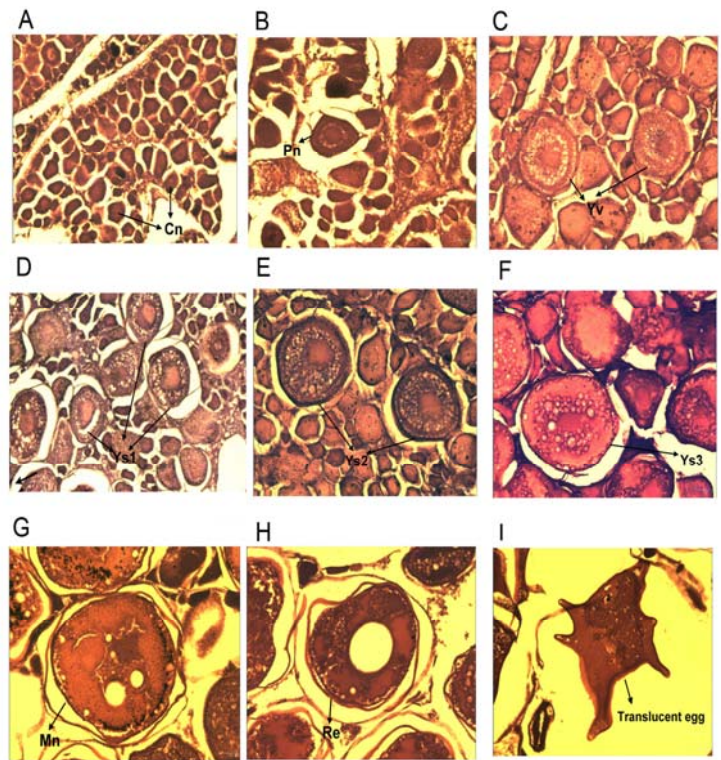


Fig. 9 Histological appearance of oocyte development of *Priacanthus macracanthus*. A: Chromatin-nucleolus stage (Cn); B: Peri-nucleolus stage (Pn); C: Yolk vesicle stage (Yv); D: Primary yolk stage (Ys1); E: Secondary yolk stage (Ys2); F: Tertiary yolk stage (Ys3); G: Migratory nucleus stage (Mn); H: Ripe egg stage (Re); I: Translucent egg stage.

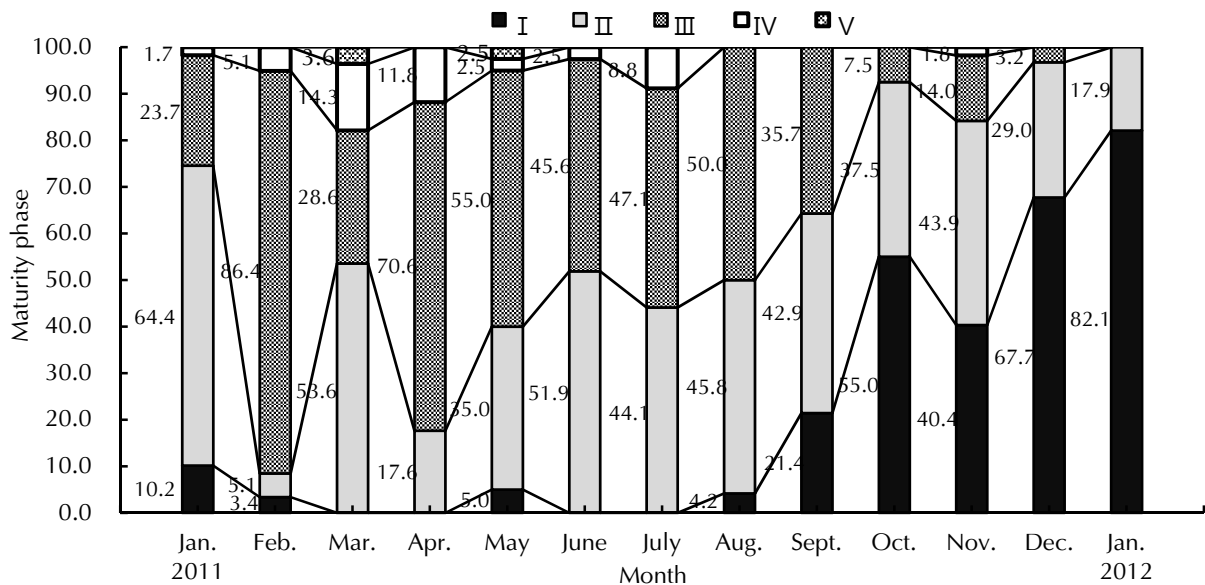


Fig. 10 The monthly distribution of female gonad maturity stages of *Priacanthus macracanthus* in the southwestern waters of Taiwan. I: Development stage; II: Growth stage; III: Maturity stage; IV: Transparent egg stage; V: Recession stage.

九、生殖腺之成熟期月別分布

臺灣西南海域大棘大眼鯛雌魚生殖腺成熟期之月別分布情形如 Fig. 10 所示，由生殖腺之外觀型態再配合組織切片使用生物顯顯微鏡觀察。將生殖腺之發育階段歸納為 I：發育期、II：成長期、

III：成熟期、IV：水卵(透明卵)、V：萎縮期等 5 個成熟期。由 Fig. 10 中各成熟期之月別分布情形，可發現大棘大眼鯛周年均有 III 成熟期出現，尤其 1-8 月佔有極高之比率，而 1-7 月及 11 月有 IV 水卵期分布，3、5 月有 V 萎縮期出現。

由上述之結果，可判斷本海域之大棘大眼鯛

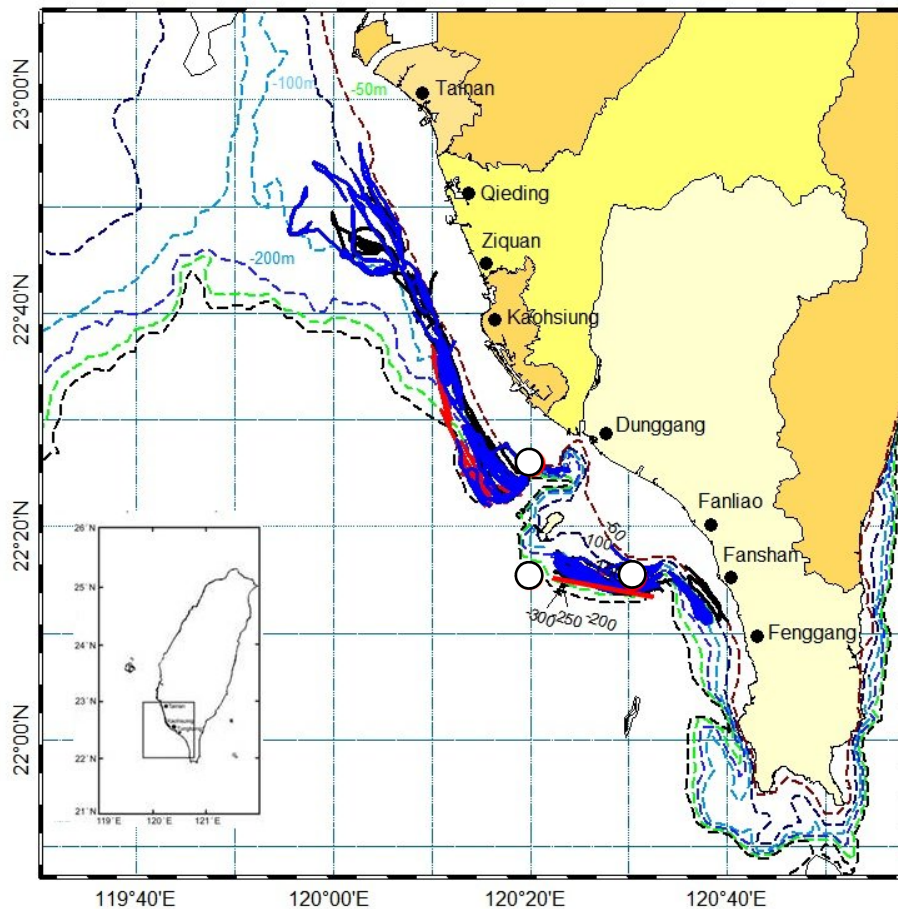


Fig. 11 The distribution of fishing grounds of *Priacanthus macracanthus* caught by trawler in the waters of southwestern Taiwan. — The fishing tracks of *P. macracanthus*; — The fishing tracks of *P. macracanthus* with transparent eggs; ○ The areas where larvae of *P. macracanthus* were collected.

周年均有產卵之跡象，主要產卵期為 1 - 7 月，而盛產期為 2 - 4 及 7 月。

十、作業漁場、產卵場、孵育場之分布

臺灣西南海域底拖網標本船漁獲大棘大眼鯛之作業漁場分布如 Fig. 11 所示，臺灣西南海域大棘大眼鯛之產卵場主要分布於高雄至東港、小琉球東南方 (枋寮至枋山) 水深 100 - 250 m 之海域。另於 3、7 月於東港、小琉球西南方及枋山等外海均有採集到大棘大眼鯛之仔稚魚，顯示該海域可能為大棘大眼鯛之孵育場。

討 論

本魚種在臺灣附近海域，大型魚均以雌魚佔

有較多之數量，鄰近的日本紀伊水道海域也有類似的情形，Sakamoto and Suzuki (1972) 認為，此乃於魚市場採樣時，有偏向選擇大型魚體的傾向，導致此現象發生，而又雄魚性成熟早於雌魚，因而在性成熟小型個體中，雄魚佔較多數，一般魚類中大型個體中雌魚佔優勢現象 (殷, 1998)。Wang and Chen (1995) 則認為於產卵期，雌雄魚有分開群游之現象，另一原因為雌雄魚有不同之死亡率，至於本研究中，大棘大眼鯛在體長 240 mm 以上雌魚確有占優勢群之現象，反之，小型魚則以雄性魚為優勢群，而在 1 - 7 月之產卵中，其中 3 - 5 月則以雄性魚佔優勢群。

綜合本研究之生殖腺指數、肥滿度、肝臟指數、卵徑等月別變動情形結果，可確定臺灣西南海域大棘大眼鯛產卵期有較長之現象，而產卵盛期則在 2 - 4 及 7 月。魚類的產卵次數依魚種不同

而異，一般可分為三種型式 (Marza, 1938; Nagahama, 1983)，即依動物卵巢之發育劃分為：1. 完全同步型 (total synchronism)；2. 分批同步型 (group synchronism)；3. 非同步型 (asynchronism)；其中屬於第 2 類型者最普遍，在產卵季節來臨時，卵巢內至少可見二群明顯不同類型之卵粒，一群為大群之成熟卵，而另一群為小型之未熟卵，此種類型魚種通常一年僅產一次卵，而一生可產許多次卵。本魚種經由卵徑之頻度分布情形，再配合生殖腺之組織切片之觀察，與上述類型之特徵相符，故可判斷本魚種是屬於生殖期長而一年產卵 1 次之產卵型者。

依據殷 (1998) 所述，相對孕卵數高，則所懷的卵粒數多、體積小，但卵粒成功發育為成體的機會相對較小，因此，其繁殖策略是透過排出大量卵粒來抵禦環境壓力，以利種的延續。而相對孕卵數低，則所懷的卵粒數量少、體積大，卵粒含卵黃多，因而可提供更多的營養物質供給孵化後的仔魚成長利用，從而使發育為成魚的機會大增。在本研究中，大棘大眼鯛之平均相對孕卵數為 2,187 粒，與同海域的裴氏金線魚 1,487 粒 (Wu *et al.*, 2008)、花身雞魚 1,084 粒 (Chang *et al.*, 2008)、刺鯧 1,040 粒 (Wu *et al.*, 2012)、花斑蛇鯔 890 粒 (吳等, 2013) 相對來的高，而同海域的短棘鰻 129,955 ± 79,343 粒 (Lee *et al.*, 2005)、花身雞魚 143,596 ± 88,338 粒 (Chang *et al.*, 2008)、裴氏金線魚 176,321 ± 96,774 粒 (Wu *et al.*, 2008)、刺鯧為 171,900 ± 61,700 粒 (Wu *et al.*, 2012)、花斑蛇鯔 168,373 ± 132,060 粒 (吳等, 2013)。由上述可知大棘大眼鯛是屬於相對生殖力較高的魚種。

除餌料豐度外，水溫會影響魚類成長及成熟 (Fey, 2001)，產卵期亦會受溫度、鹽度及光照週期影響 (Avanesov, 1972)，大棘大眼鯛隨著海域的不同，其間之產卵期亦有所差異，如在孟加拉灣 (bay of Bengal) Waltair 海岸的大棘大眼鯛，其產卵期不長，為 11 - 1 月 (Rao, 1984)；中國東海為 4 - 9 月，產卵盛期為 5 - 6 月 (Oki and Tabeta, 1999)；臺灣東北海域為 4 - 7 月，產卵盛期為 5 - 6 月 (Liu *et al.*, 2001)；南中國海產卵高峰為 5 - 6 及 9 月 (Lester and Watson, 1985)，而本研究之主要產卵期為 1 - 7 月，而高峰為 2 - 4 及 7 月，此季節在臺灣為春季，正好為水溫剛開始上升之際，推測受

水溫及光照刺激，造成以上產卵期之差異。

大棘大眼鯛之最小性成熟體長在臺灣東北海域之雌魚為 189 mm，孕卵數為 131,112 ± 33,379 粒卵，相對年齡為 3 歲魚 (Liu *et al.*, 2001)；東中國海域雌魚為 190 mm (Oki *et al.*, 1999)，與本研究之雌雄魚為，214.6 mm、219.8 mm 及孕卵數有差異。另作者分析本魚種於 1992 年收集之資料分析，當時之雌雄別最小性成熟體長分別為 210.2 mm 及 216.2 mm。上述比較結果，推論臺灣海域大棘大眼鯛之成熟體長與分布海域有關，但同海域則未隨時空之變動而有差異。

大棘大眼鯛是臺灣西南海域之高經濟價值之大宗底棲性魚類，其漁產量的起伏變動實牽繫著漁民之漁獲收益甚巨，因此，究明其產卵期、產卵場與孵育場分布等生物與生態環境之關係，可對本魚種資源保育將來進行漁業管理時，作為生殖期及產卵區域劃定參考依據。

謝 辭

本報告得以順利完成，承本研究團隊陳羿惠小姐、陳秋月小姐、曾新閔小姐、張麗美小姐、柯雯琇小姐、曹名泓先生等之協助標本解剖及測定、組織切片、孕卵數估算及卵徑測定等，特此一併申致謝忱。

參考文獻

- 江宛儒 (2013) 臺灣西南海域產大棘大眼鯛 (*Priacanthus macracanthus*) 之生殖生物學研究. 國立高雄海洋科技大學 碩士論文, 高雄, 臺灣 57 pp.
- 吳春基, 黃建智, 翁進興, 吳龍靜 (2013) 臺灣西南海域花斑蛇鯔之生殖生物學研究. 水產研究, 22(1): 23-41.
- 殷名稱 (1998) 魚類生態學. 水產出版社, 537 pp.
- 陳封邑 (2014) 臺灣西南海域產大棘大眼鯛 (*Priacanthus macracanthus*) 之年齡成長研究. 國立高雄海洋科技大學 碩士論文, 高雄, 臺灣, 60 pp.
- 漁業局 (1996) 臺灣常見魚介貝類圖說 (下): 魚類 (邵廣昭主編). 臺灣省漁業局, 臺北, 282 pp.
- Avanesov, E. M. (1972) Present spawning conditions of mullets (genus *Mugil*) in the Caspian Sea. J.

- Ichthyol., 12: 419-425.
- Cerrato, R. M. (1990) Interpretable statistical tests for growth comparisons using parameters in the von Bertalanffy equation. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 47: 1416-1426.
- Chang, L. M., S. J. Joung, C. C. Wu, W. C. Su and L. J. Wu (2008) Reproductive biology of Thornfish *Terapon jarbua* from the southwestern waters off Taiwan. *J. Fish. Soc. Taiwan*, 35(4): 335-350.
- Fey, D. P. (2001) Differences in temperature conditions and somatic growth rate of larval and early juvenile spring-spawned herring from the Vistula Lagon, Baltic sea manifested in the otolith to fish size relationship. *J. Fish. Biol.*, 58: 1257-1273.
- Joung, S. J. and C. T. Chen (1992) Age and growth of the big eye *Priacanthus macracanthus* from the surrounding water of Guei-Shan Island, Taiwan. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 58: 481-488.
- Ju, P. L., L. Yang, Z. B. Lu, S. Y. Yang, J. G. Du, H. Q. Zhong, J. Chen, J. M. Miao., M. R. Chen and C. Y. Zhang (2016) Age, growth, mortality and population structure of silver croaker *Pennahia argentata* (Houttuyn, 1782) and red bigeye *Priacanthus macracanthus* Cuvier, 1829 in the north-central Taiwan Strait. *J. Appl. Ichthyol.*, 1-9.
- Kagwade, V. N. (1968) Maturation and spawning in horse mackerel, *Caranx kalla* (Cuv, Bal.). *Ind. J. Fish.*, 15: 207-220.
- Kawasaki, T., H. Sato and A. Takechi (1985) Estimation of population fertility of a dab *Limanda herzensteini*. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 51: 1933-1938.
- King, M. (1995) *Fisheries Biology, Assessment and Management*. Fishing News Book, Blackwell Sci., Cambridge, Mass., 341 pp.
- Lee, C. F., K. M. Liu, W. C. Su and C. C. Wu (2005) Reproductive biology of the common ponyfish *Leiognathus equulus* in the south-western waters off Taiwan. *Fish. Sci.*, 71: 551-562.
- Lester, R. J. G. and R. A. Watson (1985) Growth, mortality, parasitism, and potential yield of two Priacanthidae species in the south China sea. *J. Fish Biol.*, 27: 307-318.
- Liu, K. M., C. T. Chen and S. J. Joung (1992) Some aspects on the fishery biology of big eye *Priacanthus macracanthus* in the Tungkang waters, southwestern Taiwan. *J. Fish. Soc. Taiwan*, 19: 251-262.
- Liu, K. M., K. Y. Hung and C. T. Chen (2001) Reproductive biology of the big eye *Priacanthus macracanthus* in the north-eastern waters off Taiwan. *Fish. Sci.*, 67: 1008-1014.
- Marza, V. D. (1938) *Histophysiologie de l'ovogenese*. Hermann and Cie, Editeurs, Paris, p 81.
- Miu, T. C., S. C. Lee and W. N. Tzeng (1990) Reproductive biology of *Terapon jarbura* from the estuary of Tamshui River. *J. Fish. Soc. Taiwan*, 17: 9-20.
- Nagahama, Y. (1983) The functional morphology of teleost gonads. In *Fish Physiology: Vol. IX-Reproduction* (W. S. Hoar, D. J. Randall and E. M. Donaldson eds.), Acad. Press, New York, 223-275.
- Oki, D. and O. Tabeta (1999) Reproductive characteristics of big eye *Priacanthus macracanthus* in the East China Sea. *Fish. Sci.*, 65: 835-838.
- Rao, T. A. (1984) On some aspects of biology of *Priacanthus macracanthus*. *Ind. J. Fish.*, 31 (3): 380-382.
- Russell, B. C. and W. Houston (1989) Offshore fishes of the Arafura sea. *Beagle Rec. Museums Art Galleries Northern Territory*, p. 69.
- Sakamoto, T. and T. Suzuki (1972) The spawning habits and fluctuation of fishing condition of butterfish (*Psenopsis* sp.) in Kii Channel of Japan. *Bull. Wakayama Pre. Fish. Exp. State in 1971*, 119-124.
- Silva, S. D. (1973) Aspects of the reproductive biology of the sprat, *Sprattus sprattus* (L) in inshore waters of the west coast of Scotland. *J. Fish Biol.*, 5: 689-705.
- Wang, S. B. and C. T. Chen (1995) Reproductive biology of Japanese butterfish *Psenopsis anomala* (Stromateidae) from coastal waters of northeastern Taiwan. *Fish. Res.*, 23(1-2): 127-141.
- Wu, C. C., J. S. Weng, K. M. Liu and W. C. Su (2008) Reproductive biology of the notchedfin threadfin bream, *Nemipterus peronii*, in the waters of southwestern Taiwan. *Zool. Stud.*, 47(1): 103-113
- Wu, C. C., W. C. Su, K. M. Liu, J. S. Weng, and L. J. Wu (2012) Reproductive biology of the Japanese butterfish, *Psenopsis anomala*, in the waters off southwestern Taiwan. *J. Appl. Ichthyol.*, 28(2): 209-216.

Reproduction Ecology of the Red Bigeye, *Priacanthus macracanthus*, in the Waters of Southwestern Taiwan

Jinn-Shing Weng^{1*}, Jian-Zhi Huang¹, Chuen-Chi Wu¹, Kwang-Ming Liu²
and Long-Jin Wu¹

¹Coastal and Offshore Resources Research Center, Fisheries Research Institute

²Institute of Marine Affairs and Resource Management, National Taiwan Ocean University

ABSTRACT

The red bigeye, *Priacanthus macracanthus*, is one of the major commercial fish species for trawl fisheries in southwestern Taiwan. In this study, its reproduction ecology was described based on 1,656 specimens collected between January 2011 and January 2012 caught by small trawlers. The sex ratio (% female) of 42.0% was significantly different from 50%, and among the females, those with a fork length greater than 240 mm were predominant. The relationship between body weight (BW) and fork length (FL) was estimated as $BW=1.5\times 10^{-5}FL^{3.026}$ ($R^2=0.936$, $n=1,656$, $p<0.01$) for the sex-combined data. Oocytes were mature when they attained a diameter of 0.5 mm or larger, and the eggs were transparent when they attained a diameter of 0.7 mm. The red bigeye fish reproduce once a year with an extended spawning season that lasts nearly year round. Specifically, the spawning period extended from January to July with a peak from February to April and July. The average fecundity of the species was $433,235 \pm 278,533$, with a mean batch fecundity of $91,763 \pm 89,705$. The ovarian egg maturation rate ranged from 0.9 to 54.6%, with an average maturation rate of approximately 14.8%, and the relative fecundity ranged from 115 to 6,190 (mean 2,187) per gram body weight. The relationship between the proportion of maturity (Pr) in each length interval and fork length was estimated to be $Pr=1/(1+e^{16.39-0.076FL})$ ($R^2=0.98$, $n=695$) for females and $Pr=1/(1+e^{12.31-0.056FL})$ ($R^2=0.97$, $n=961$) for males. The size at 50% of full maturity was estimated to be 214.6 mm FL for females and 219.8 mm FL for males. The 100% mature size was 290.0 mm FL for both males and females. The spawning ground of the red bigeye was located in the coastal waters from Kaohsiung to Tungkang and in the southeastern waters of Shiao-Liu-Chiu island at water depths of 100 to 150 meters. The waters of Tungkang, southwestern Shiao-Liu-Chiu island, and Fangshan were likely to be the nursery ground for red bigeye because the larvae were collected in these waters from March to July.

Key words: *Priacanthus macracanthus*, reproduction ecology, spawning period, spawning ground, southwestern Taiwan

*Correspondence: Coastal and Offshore Resource Research Center, Fisheries Research Institute, No. 6, Yugang N. 3rd Rd., Cianjhen District, Kaohsiung 80672, Taiwan. TEL: (07) 8218103 ext. 221; E-mail: j-s.ueng@mail.tfrin.gov.tw