

臺灣西南海域花斑蛇鯔之生殖生物學研究

吳春基* · 黃建智 · 翁進興 · 吳龍靜

行政院農業委員會水產試驗所沿近海資源研究中心

摘 要

花斑蛇鯔 (*Saurida undosquamis*) 係臺灣西南海域小型拖網船及底刺網之主要經濟性漁獲魚種之一，周年均可漁獲。本研究所使用之標本，係於 2008 年 5 月至 2009 年 5 月間，按月至高雄市梓官及屏東縣東港區漁會魚市場採集，而這些標本係由當地之小型單拖網船所漁獲，共計採得標本 2,078 尾，總性比為 51.3%，整體上，雌魚之體型比雄魚大，而在主要產卵群的 350 mm 以上之中大型魚亦以雌性魚佔極大優勢。花斑蛇鯔體長與體重之關係式為 $BW = 6.0 \times 10^{-6} FL^{3.091}$ ($R^2 = 0.974$, $n = 2,078$, $\chi^2 = 0.001$, $p < 0.05$)；雌魚在生殖期間，卵徑達 0.5 mm，即發育至成熟狀態，達 1.0 mm 即呈透明卵（水卵）；依據生殖腺指數 (GSI)、肥滿度 (CF)、肝臟指數 (HSI) 及卵徑月別頻度分布，再配合組織切片顯微觀察等各指標判斷，花斑蛇鯔主要產卵期在 9 月至翌年 5 月，產卵盛期在 2~4 月，是屬於生殖期長且一年多次產卵型者。花斑蛇鯔之平均產卵數為 $29,200 \pm 26,978$ 粒，卵巢內卵粒成熟率介於 3.4~29.2%，平均為 15.9%，相對孕卵數為 100~2,087 粒，平均為 890 粒，相對孕卵數與尾叉長之間無顯著關係。花斑蛇鯔成熟比率與體長之關係式，雌雄分別為 $Pr = 1 / (1 + e^{7.60 - 0.0386FL})$ ($R^2 = 0.861$, $n = 319$)、 $Pr = 1 / (1 + e^{4.85 - 0.0239FL})$ ($R^2 = 0.914$, $n = 405$)，50% 性成熟體長雌雄分別為 196.8 mm、202.6 mm，而兩者之體長分別至 425.0 mm 及 375.0 mm 以上時，即達 100% 之性成熟。

關鍵字：花斑蛇鯔、生殖生物、產卵期、性成熟體長、臺灣西南海域

前 言

花斑蛇鯔 (*Saurida undosquamis*) 又名正蜥魚，英名 Brushtooth lizardfish，俗名黑狗母、狗母梭、狗母，隸屬於合齒魚科 (Synodontidae) (陳與于, 1986; 陳, 2004)，分布於臺灣周邊及澎湖海域 (Fig. 1)，主要棲息於沿海或大陸棚砂泥底質海域，棲息深度由沿岸至深達 450 m 的深水域，以小型魚類及甲殼類為主，係臺灣西南海域小型拖網船及底刺網的主要漁獲魚種，周年均可漁獲，盛漁期在農曆 10~3 月，價位雖然不高，魚刺也多，但產量豐富、肉質鮮美，是用來加工製成魚鬆、魚漿、魚丸之上等材料，極具經濟價值。

國外有關本種之生物特性及資源研究結果相當豐富，諸如 Sinoda and Intong (1978) 於泰國灣海域、Abdallah (2002) 於埃及之亞歷山大 (Alexandria, Egypt) 海域、Gökçe *et al.* (2010) 於土耳其伊斯肯德倫灣之尤穆爾塔勒克海岸 (Yumurtalık coast, İskenderun bay, Turkey) 等在體長組成及體長與體重關係方面的研究；Vadhanakul (1999) 於泰國灣海域、El-Halfawy *et al.* (2007) 於埃及蘇伊士灣 (Gulf of Suez, Egypt)、İşmen (2009) 於地中海東部伊斯肯德倫灣海域 (İskenderun bay, eastern Mediterranean) 等對生殖生物學的研究；Ambak *et al.* (1986) 於南中國海域、Shu and Qiu (2004) 於南中國海北部海域、İşmen (2002) 及 Gökçe *et al.* (2007) 於地中海東部伊斯肯德倫灣海域、El-Halfawy *et al.* (2007) 於埃及蘇伊士灣等對年齡成長方面的研究；Zhang and Yang (1986) 於閩南和臺灣堆漁場 (South Fujian and Taiwan Bank

*通訊作者 / 高雄市前鎮區漁港北三路 6 號, TEL: (07) 821-8103 ext. 222; FAX: (07) 821-8205; E-mail: wucc.mail@msa.hinet.net

fishing ground) · Bingel and Avşar (1988) 於東地中海西里西亞盆地北部海域 (northern Cilician Basin, eastern Mediterranean) 等對食性的探討; Manaşırılı *et al.* (2011) 於土耳其之東北方地中海岸 (northeastern Mediterranean coast of Turkey) · Sun and Lin (2004) 於中國南海北部灣 (Beibu gulf) 海域 · Boonwanich (1991) 於泰國灣南部海域 (southern Gulf of Thailand) · Golani (1993) 於地中海 · Bakhoun (2000) 於紅海與地中海 · Rajkumar *et al.* (2003) 於維沙卡帕特南 (Visakhapatnam) 海域 · Can and Demirci (2004) 於Skenderun 灣 · Inoue and Nakabo (2006) 於南日本海域等對本魚種之生物學、漁業資源動態解析與漁獲變動調查; 而國內則有 Lee (1994, 1995, 1997) · Lee *et al.* (1986) · Lee and Yeh (1989) 及傅 (1999) 於臺灣海峽南部臺灣淺灘 (22° ~ 23° N, 117° ~ 119° E) 本魚種的體長組成、年齡組成、生殖特性及漁業資源之研究, 但於本海域對本魚種之相關研究則付之闕如。

本研究之目的在瞭解本魚種於臺灣西南海域之生殖生物特性, 做為日後對花斑蛇鯔資源進行解析評估及有效管理之參考依據。



Fig. 1 Brushtooth lizardfish, *Saurida undosquamis* (Richardson, 1848).

材料與方法

一、材料

本研究所使用之標本, 係於 2008 年 5 月至 2009 年 5 月, 按月至屏東縣東港區漁會及高雄市梓官區漁會魚市場隨機採集, 標本係採自於裝置有由本所所提供 GPS 船位記錄器之當地小型單拖網標本船, 船隻作業水域於臺南至楓港沿岸近海域, 其漁場大致分為 A、B、C 等 3 個作業漁區, 其中 A 區在小琉球東南方至楓港沿岸之海域; B 區在高雄

至東港之海域; C 區在高雄以北, 臺南以南之海域 (Fig. 2)。本研究共計採得標本 2,078 尾, 其中雌魚 1,065 尾, 雄魚 1,013 尾, 其月別採集標本數及體長、體重分布範圍如 Table 1 所示。

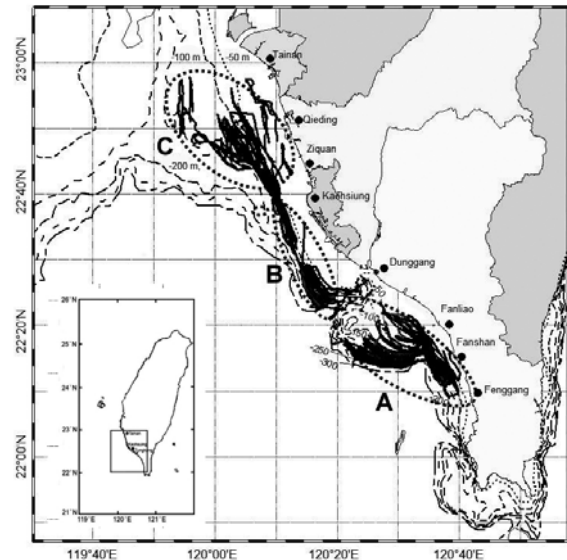


Fig. 2 Sampling areas of *S. undosquamis* in the waters off southwestern Taiwan (the black trails in areas A, B, and C).

採得之標本先行使用碎冰冰藏後攜回中心實驗室之冷凍櫃儲存, 翌日再進行體長、體重、生殖腺重、肝臟重等之各項測定工作, 其中體長及各重量之單位分別為 mm 及 g, 生殖腺則使用 10% 之福馬林液浸漬, 提供日後進行組織切片、孕卵數估計及卵徑大小測定。

二、方法

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 (生殖腺重 / 去內臟重) $\times 10^2$; [去內臟重 / (尾叉長) 3] $\times 10^5$; (肝臟重 / 去內臟重) $\times 100\%$, 性比 (sex ratio) 則為 (雌魚數 / 總標本數) $\times 100\%$ 。體長與體重之迴歸關係分析, 首先利用概似比檢定法 (likelihood ratio test) 來檢定雌雄間是否有差異 (Cerrato, 1990), 如檢定結果雌雄魚之體長體重關係間不存在顯著差異, 則以兩者合併之體長體重關係式 ($BW = aFL^b$, BW: 體重, FL: 尾叉長, a、b: 常數值) 為代表。採卵部位的選擇, 在本研究中, 係選用 3 尾不同發育階段之卵巢, 進行不同部位卵徑及孕

Table 1 Specimens of *Saurida undosquamis* caught by trawl fishery in the southwestern waters of Taiwan from May 2008 to May 2009

Month	Sex	No. of specimens	Range of fork length (mm)	Range of body weight (g)
2008				
May	F	83	65.2-420.0	60.4-653.6
	M	90	66.9-305.1	54.9-321.7
Jun.	F	130	157.5-472.0	36.7-944.7
	M	100	156.1-305.0	34.7-324.3
Jul.	F	194	29.3-448.0	14.3-705.3
	M	93	54.2-347.0	27.4-305.3
Aug.	F	93	53.0-360.0	16.5-465.1
	M	69	46.8-329.9	30.0-351.4
Sep.	F	185	164.8-571.0	45.4-1664.5
	M	200	149.6-292.4	32.2-309.7
Oct.	F	104	181.5-335.0	55.5-579.0
	M	95	128.9-380.0	39.3-347.9
Nov.	F	44	113.6-395.0	10.5-615.8
	M	31	187.9-289.7	60.1-258.7
Dec.	F	20	242.4-420.0	145.0-734.4
	M	15	186.3-268.8	64.1-212.8
2009				
Jan.	F	65	114.5-430.0	12.8-865.5
	M	94	106.7-335.0	8.8-325.3
Feb.	F	37	194.6-410.0	72.5-614.9
	M	138	174.2-387.8	54.5-344.2
Mar.	F	40	114.4-440.0	11.7-756.7
	M	23	162.1-280.2	36.7-240.3
Apr.	F	51	102.9-431.0	8.4-780.4
	M	48	96.5-370.0	7.3-452.4
May	F	22	123.3-330.0	17.6-432.9
	M	17	127.5-241.8	15.5-149.7
Total	F	1,065	29.3-571.0	8.4-944.7
	M	1,013	46.8-387.8	7.3-452.4
Total		2,078	29.3-571.0	7.3-1664.5

卵數之差異檢定，即將此 3 尾之卵巢分為左右兩葉，每葉再分為前、中、後 3 個部位，整幅卵巢總計有 6 個測定部位，經雙向變方分析 (two-way analysis of variance) 檢定結果顯示，同一樣本不同部位間之卵徑及孕卵數並無差異，而同一部位在不同個體之間則有顯著差異，顯示任何部位均可代表整幅卵巢之發育狀況，本研究為求一致性，乃全部選用右葉之中間部位作為採卵分析。另在每一標本

估算孕卵數時，如遇有成熟之卵粒，則標註該些成熟卵粒之數量，然後再除以所估算之孕卵數，即為該樣本的「卵粒成熟率」，至於孕卵數 (fecundity)、產卵數 (batch 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)；孕卵數 \times 卵粒成熟率；孕卵數 / 去內臟重 (Liu *et al.*, 2001, Lee *et al.*, 2005, Wu, *et al.*, 2008, 2012)。

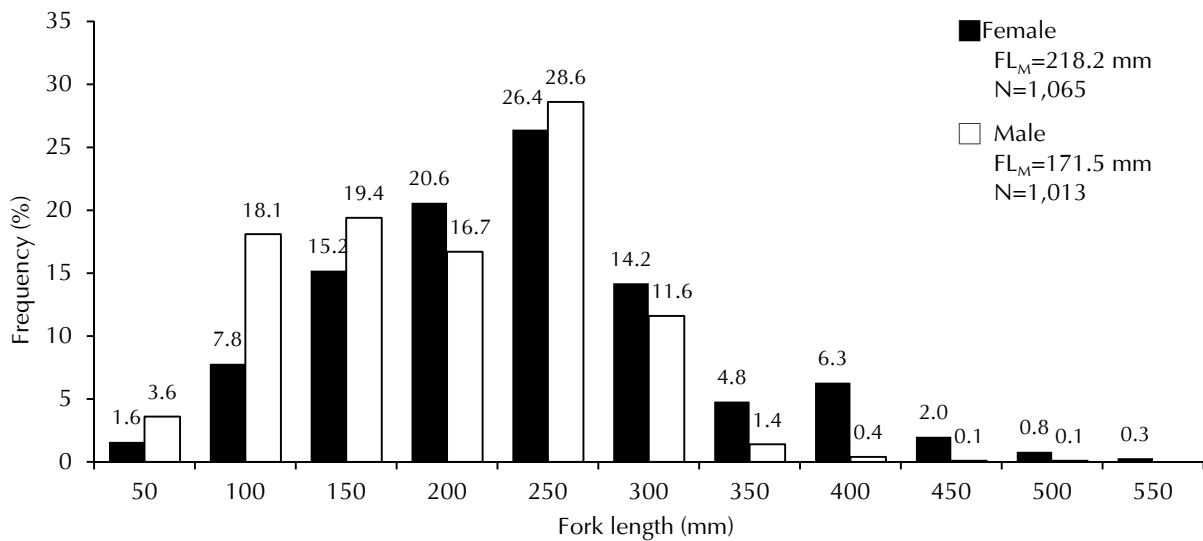


Fig. 3 Frequency distribution of the fork length of *S. undosquamis* by sex.

由生殖腺之外觀型態，再配合組織切片觀察，及不同成熟階段之卵徑頻度分布圖判斷，雌魚之卵徑達 0.5 mm 以上時，即呈成熟狀態，而雄魚則用手指擠壓精巢時，如果發現有精液流出者，即均判定為成熟。另依據 Kawasaki *et al.* (1985) 之定義，所謂產卵數即在生殖季節內達產卵初期 (early spawning period) 之成熟卵粒數。50% 性成熟體長之估計係利用 logistic 曲線 (King, 1995) 估算成熟率達 50% 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 為常數，此外，體長在達到某一階段時，其生殖腺均已成熟者，則為 100% 性成熟體長。

花斑蛇鯔卵細胞發育之組織學變化，乃依 Honma and Tamura (1962)、Hayashi (1972) 之分類準則，大致上分為 (1) 發育階段 (Development stage)；(2) 成熟階段 (Maturing stage)；(3) 完熟階段 (Matured stage)；(4) 排卵階段 (Ovulation stage)；(5) 萎縮階段 (Atrophy stage) 等五個階段，其中發育階段包含核仁期 (Chromatin-nucleolus stage, Cn)、周邊核仁期 (Peri-nucleolus stage, Pn)、卵黃胞期 (Yolk vesicle stage, Yv) 等；成熟階段包含初級卵黃球期 (Primary yolk stage, Ys1)、次級卵黃球期 (Secondary yolk stage, Ys2)、第三級卵黃球期 (Tertiary yolk stage, Ys3) 等；完熟階段包含胚胎移

動期 (Migratory nucleus stage, Mn)、完熟期 (Ripe egg stage, Re) 等；排卵階段時卵粒已達完熟程度，卵粒完全透明並吸收水分形成水卵狀，此時卵巢內成熟卵粒將分離並準備排出體外；萎縮階段則卵巢內完熟的卵粒全已排出，而未排出的未成熟卵粒會很快退化被吸收，重新開始新的發育周期。

結果

一、樣本體長、體重分布情形

本研究採花斑蛇鯔樣本之體長體重分布範圍，雌雄分別為 29.3 ~ 571.0 mm，8.4 ~ 944.7 g；46.8 ~ 387.8 mm，7.3 ~ 452.4 g (Table 1)。資料顯示在冬、春季各月中所採雌魚之平均體型要比雄魚大，而雌雄魚之平均體長分布高峰均為 250 mm，其所佔比率分別為 26.4%、28.6%，而體長在 300 mm 以上之大型魚，則以雌魚佔優勢 (Fig. 3)。

二、體長與體重之迴歸關係

花斑蛇鯔雌雄別之體長與體重關係如 Fig. 4 所示，兩者之關係式分別為 $BW = 7.0 \times 10^{-6} FL^{3.064}$ ($R^2 = 0.976$, ♀ = 1,065)、 $BW = 4.0 \times 10^{-6} FL^{3.163}$ ($R^2 = 0.969$, ♂ = 1,013)，利用概似比檢定法檢定結

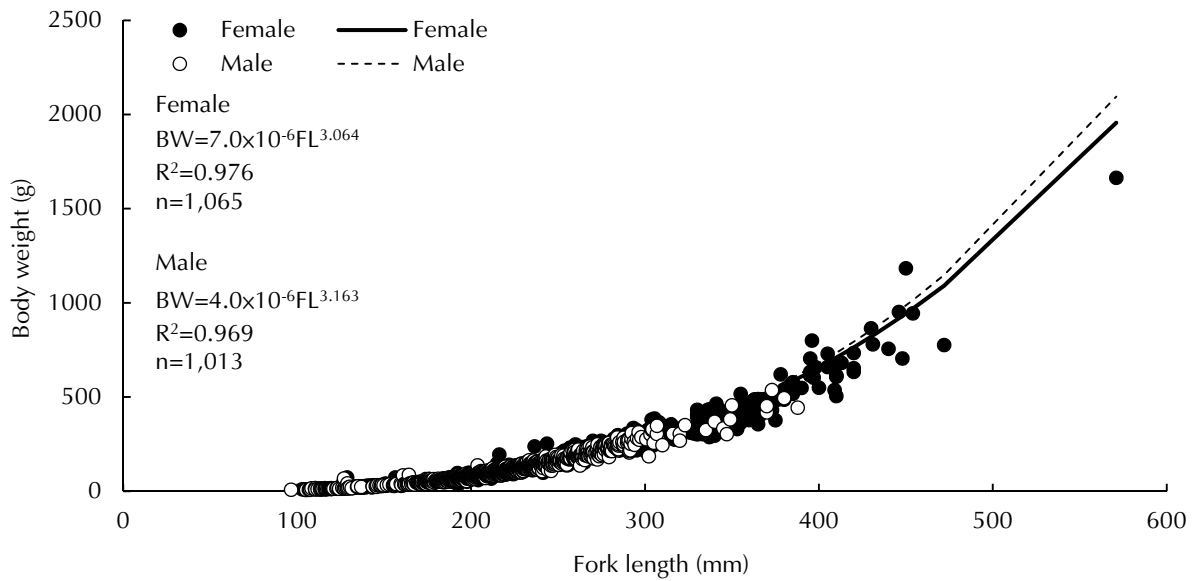


Fig. 4 Relationship between fork length and body weight of *S. undosquamis* by sex.

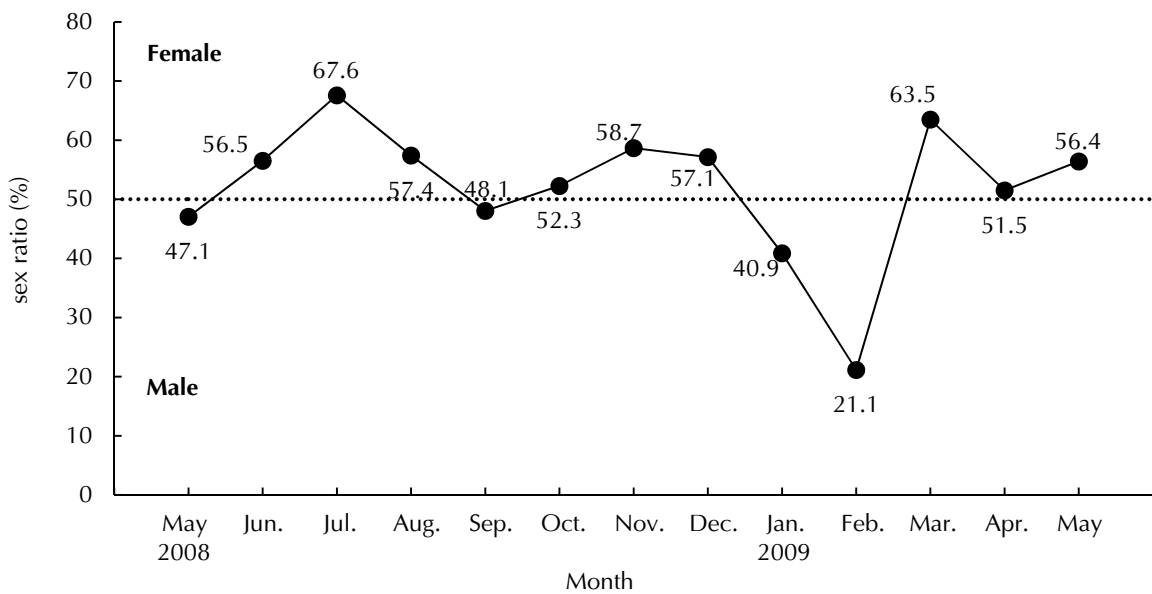


Fig. 5 Monthly change in sex ratio of *S. undosquamis*.

果，顯示兩者間並無顯著差異 ($\chi^2 = 0.001$, $p > 0.05$)，因此得雌雄資料合併之體長體重關係式為 $BW = 6.0 \times 10^{-6} FL^{3.091}$ ($R^2 = 0.974$, $n = 2,078$)。

三、性比

從 2008 年 5 月至 2009 年 5 月間，共計採得花斑蛇鯔樣本 2,078 尾，其中雌魚 1,065 尾，雄魚 1,013 尾，性比為 51.3%。花斑蛇鯔各月之雌雄比率以適合度檢定，結果為 1:1，有顯著差異 ($\chi^2 = 32.69$,

$p < 0.01$)，其月別變動情形如 Fig. 5 所示，2008 年 5、9 月及 2009 年 1、2 月等 4 個月，以雄魚佔優勢外，其餘各月均以雌魚佔優勢，其中以 2008 年 7 月份的 67.6% 最高，其次為 2009 年 3 月份的 63.5%，而以 2009 年 2 月的 21.1% 最低；體長別之性比分布情形如 Fig. 6 所示，花斑蛇鯔性比隨體長之變化情形明顯，體長在 200 mm 以下之小型魚以雄魚居多，而體長在 400 mm 以上之個體雌魚所佔比率均高達 90.0% 以上。

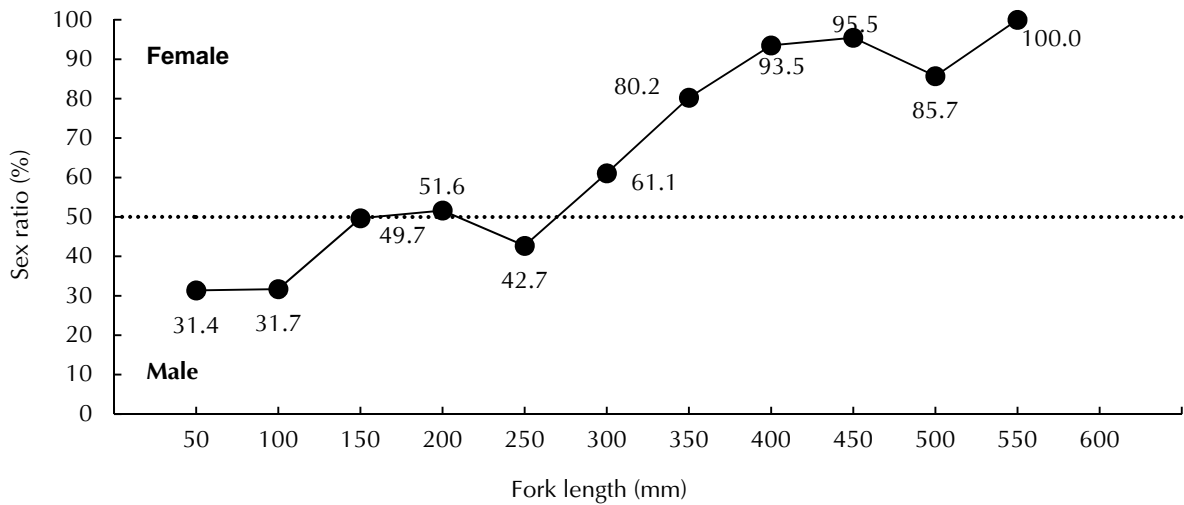


Fig. 6 Length-specific sex ratio of *S. undosquamis* by sex.

四、GSI、CF、HSI 之月別變化

雌雄別平均生殖腺指數月別變化情形如 Fig. 7 所示，雌魚之平均 GSI 值介於 0.28 ~ 3.57 之間，其中以 2008 年 7 月份為最低 (0.28)，此後大致呈逐月上升趨勢，至 9 月份達一小高峰，其值為 2.30。10 月份則回降至 0.62，而後逐月上昇，至 2009 年 3 月達最高峰，其值為 3.57，後 4、5 月呈急速下降；雄魚方面，其 GSI 值介於 0.12 ~ 0.92 之間，其各月之平均 GSI 變動趨勢與雌魚大致相同，2008 年 6 月為最低峰，其值為 0.12，後急速上昇至 9 月份達第二高峰，其值為 0.76，10 月份則回降至 0.26，而後再逐月上昇，至 2009 年 2 月達最高峰，其值為 0.92，後 3、4、5 月呈直線下降，整體而言，雄魚的最高峰 (2 月) 比雌魚 (3 月) 提早一個月。

花斑蛇鯔無論雌雄魚，其平均肥滿度之月別變動幅度均不甚明顯，如 Fig. 7 所示。雌魚之月別平均肥滿度介於 0.83 ~ 0.96 之間，其中以 2008 年 7、9 月之值達最高點，為 0.96，爾後逐步下降至 2009 年 1 月，2、3 月間再稍微回昇，4 月份則降至最低峰，其值為 0.83；而雄魚之月別平均肥滿度介於 0.86 (4 月) ~ 0.97 (10、11、2 月) 之間，其月別變動趨勢大致上與雌魚類似。由圖中可看出雌雄兩性之平均肥滿度月別分布，與生殖腺指數幾乎呈反向的變動趨勢。

雌雄別平均肝臟指數月別變化情形如 Fig. 7 所示，雌魚之平均 HIS 介於 0.80 (7 月) ~ 1.95 (3

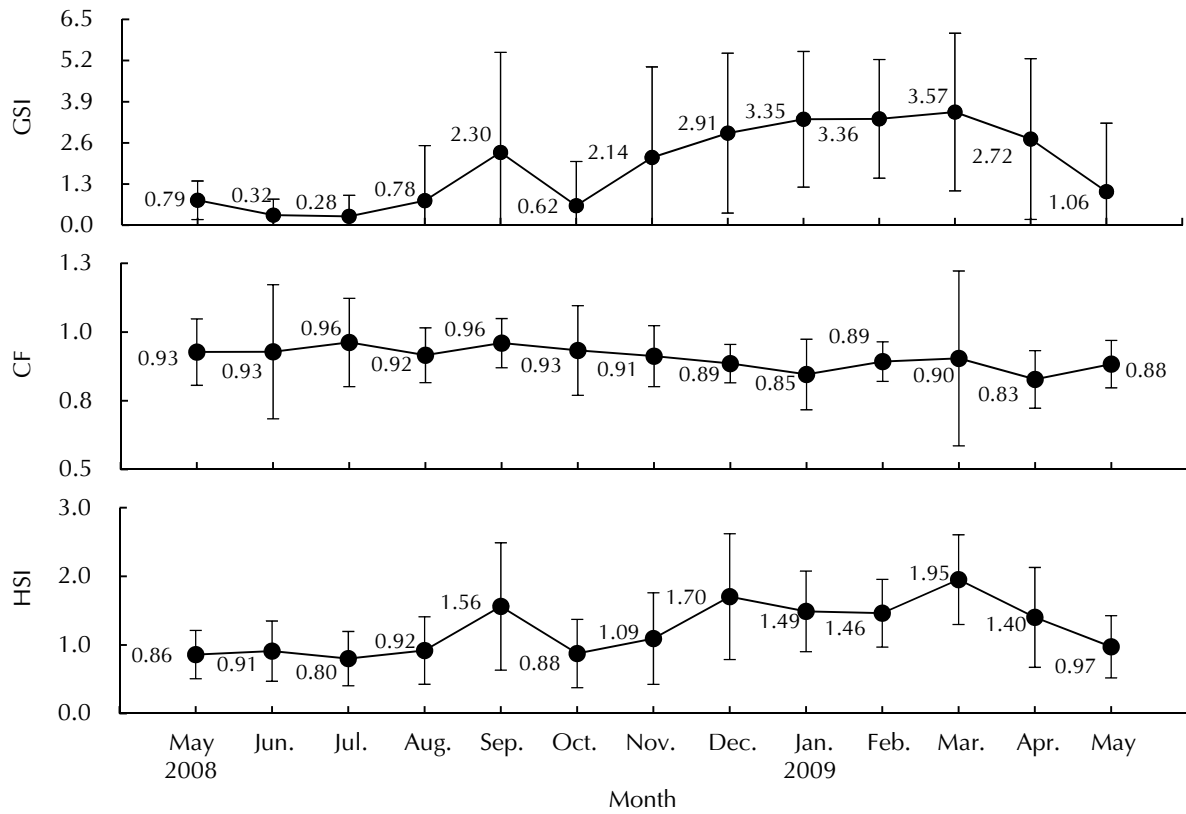
月) 之間，其月別之平均 HSI 變動趨勢大致與 GSI 類似；而雄魚之月別平均 HSI 介於 0.88 (6 月) ~ 1.55 (2 月) 之間，其月別之平均 HSI 變動趨勢大致上亦與 GSI 類似。

五、卵徑大小

花斑蛇鯔之月別平均卵徑頻度分佈變動如 Fig. 8 所示，卵徑大小介於 0.10 ~ 1.30 mm，除了 2008 年 5 月外，其餘各月之平均卵徑均大於 0.5 mm，不過從 2008 年 12 月起，大型平均卵徑之比率明顯逐月增加，至 2009 年 2 月達最高峰，尤其在 1 ~ 4 月份卵徑 1.0 mm 者明顯增多，最大達 1.22 mm。因此，在前後 13 個月的採樣中，於 2009 年 1 ~ 4 月間之平均卵徑均有大於 1.0 mm 之卵粒出現。

卵徑頻度分布與 GSI 之間有極大之關係，如 Fig. 9 所示，GSI 在 1.0 以下，卵徑則絕大多數分布於 0.2 mm，GSI 達 1.0 以上時，即有卵徑 0.5 mm 以上之卵粒出現，而 GSI 達 3.65 以上，則卵徑在 0.8 mm 左右之更大型卵粒亦相繼出現，所佔比重亦逐漸增加，此時卵徑頻度分布亦明顯呈現二個高峰，而根據卵巢組織切片之觀察，發現卵巢在胚胎移動期 (Mn)、完熟期 (Re) 之成熟階段，其部份卵徑在達 0.5 mm 時即達成熟狀況，而透明卵 (水卵) 之卵徑為 1.0 mm 以上，亦即 GSI 在 2.0 以上之卵巢即可達到成熟與排卵階段。另由 Figs. 8、9 之卵徑頻度分布情形，可發現花斑蛇鯔之卵巢內卵粒大小組成呈連續性。

Female



Male

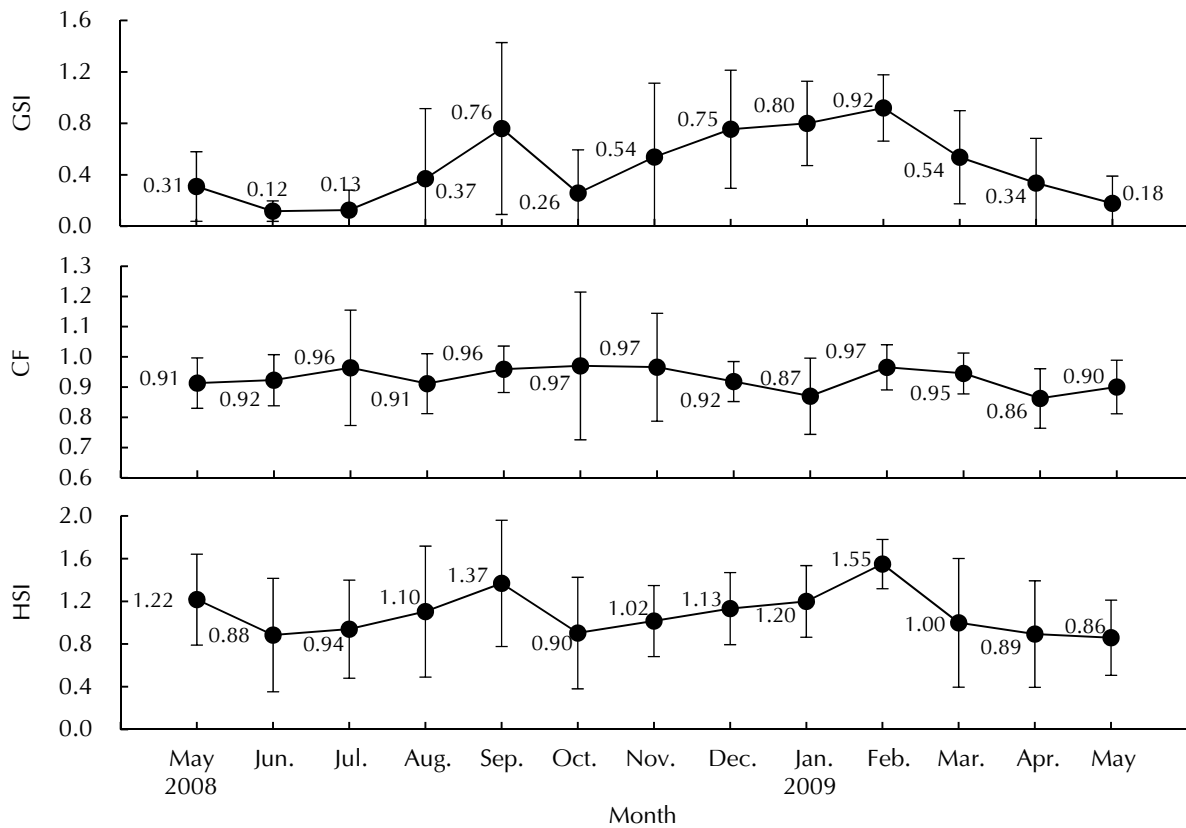


Fig. 7 Monthly variations in gonadosomatic index (GSI), condition factor (CF), and hepatosomatic index (HSI) of *S. undosquamis*. Circle and vertical bar denote mean and standard deviation, respectively.

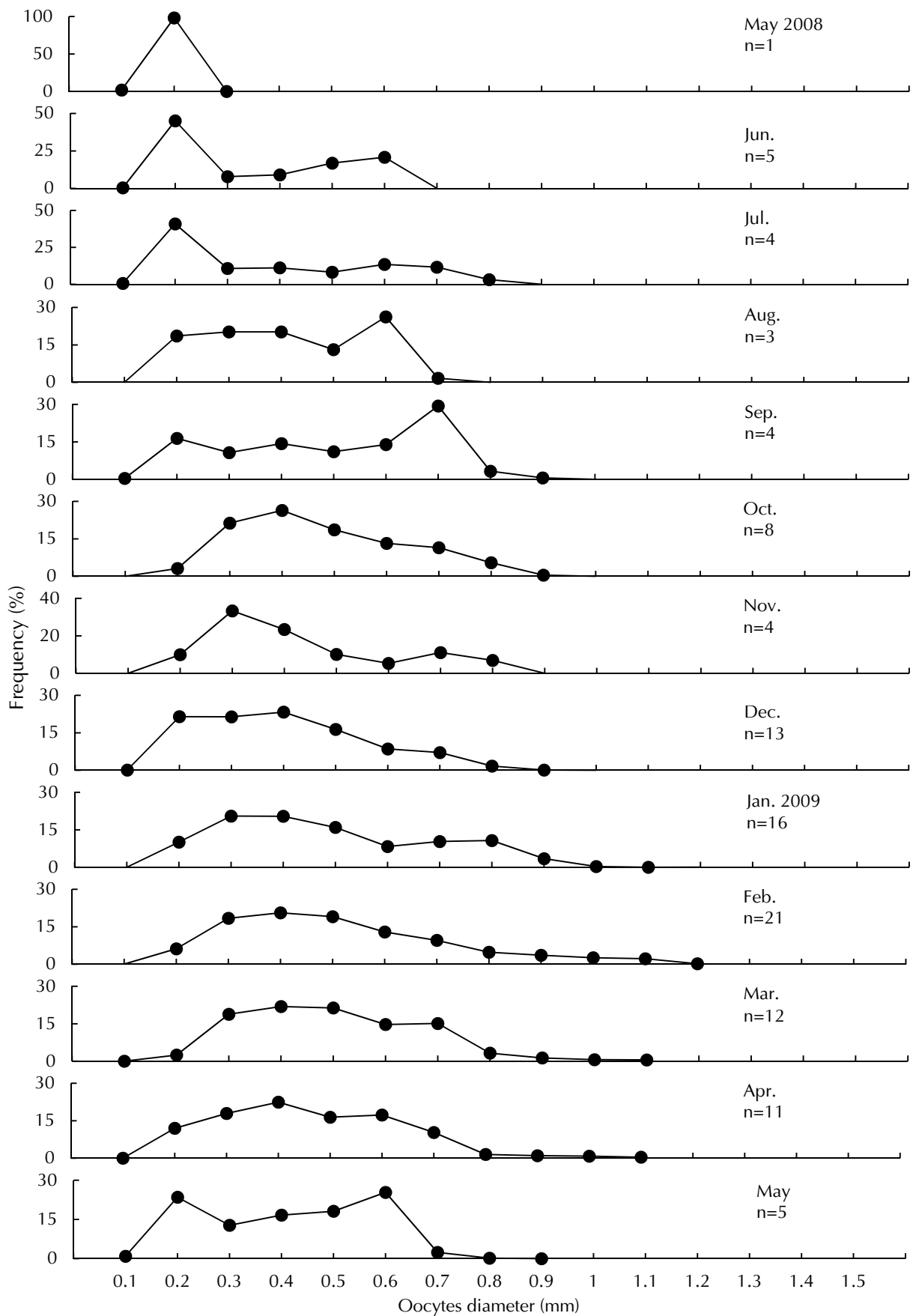


Fig. 8 Monthly variations in mean oocyte diameter distributions of *S. undosquamis*.

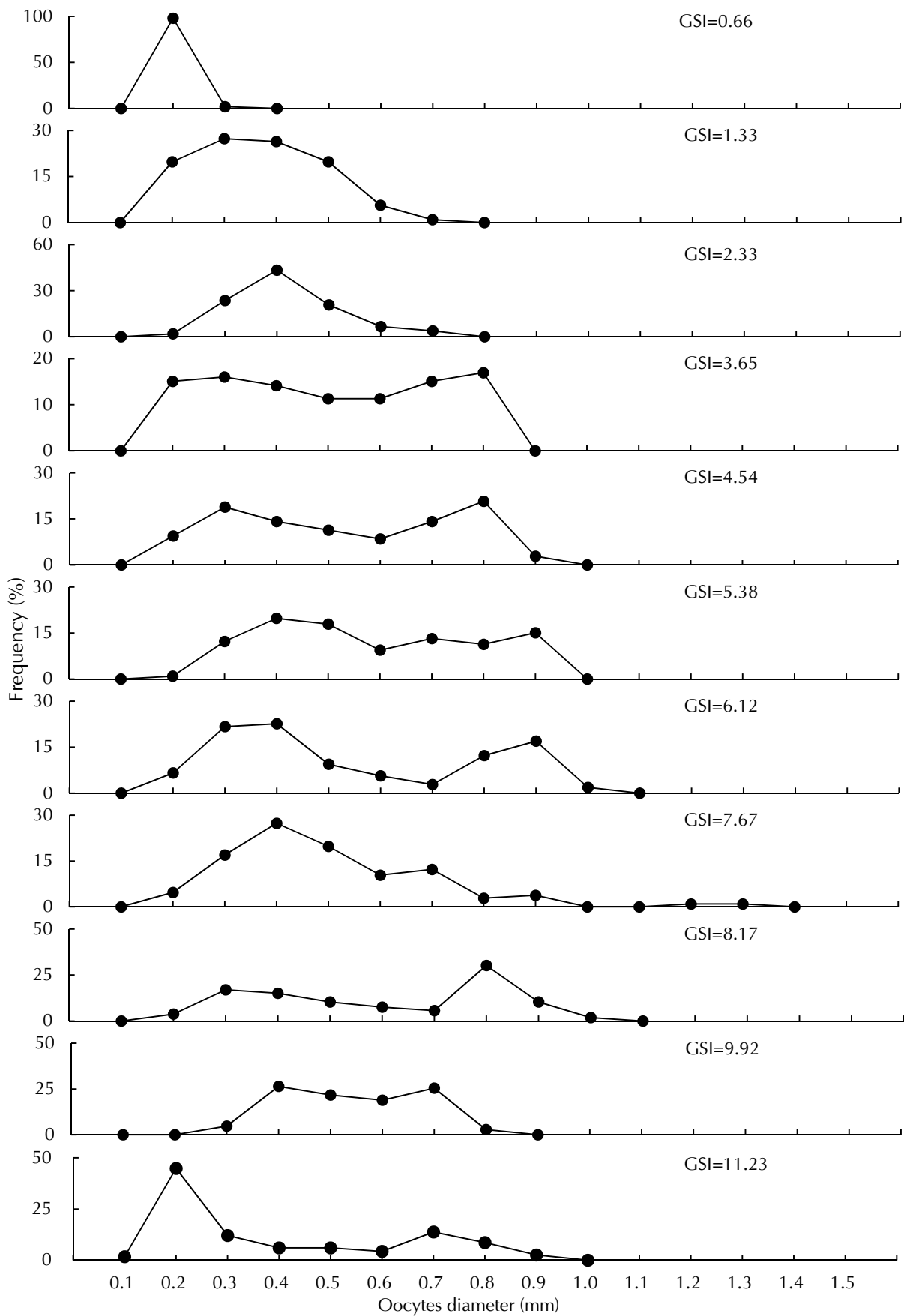


Fig. 9 The frequency distributions of oocyte diameter with gonadosomatic index of *S. undosquamis*.

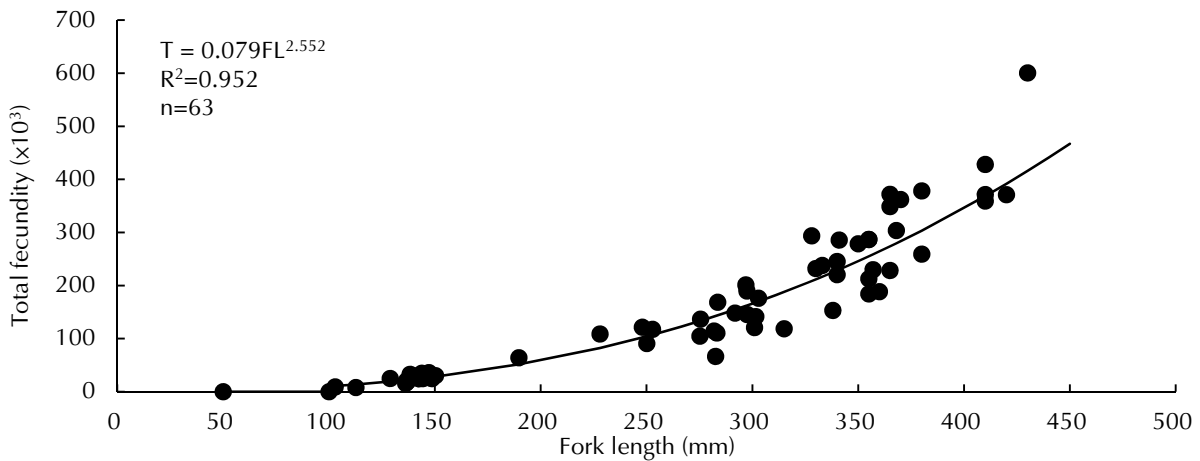


Fig. 10 Relationship between fecundity and fork length of *S. undosquamis*.

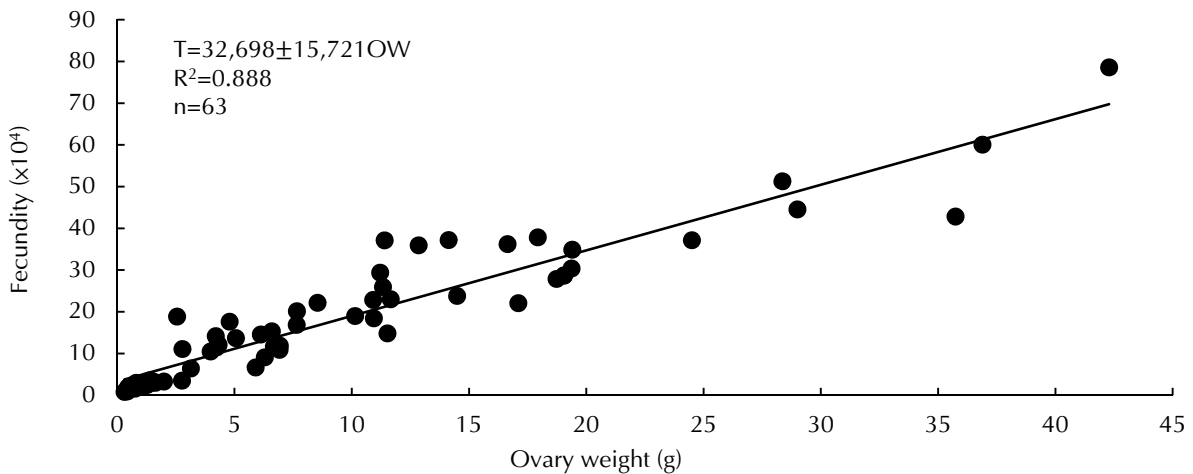


Fig. 11 Relationship between fecundity and ovary weight of *S. undosquamis*.

六、孕卵數及產卵數

本研究使用 63 尾不同成熟階段之樣本卵巢進行孕卵數之估算及卵徑測定，結果得花斑蛇鰻之孕卵數範圍 7,948 (FL 112.7 mm) ~ 600,596 (FL 430.0 mm) 粒，平均孕卵數為 $168,373 \pm 132,060$ 粒。由 Fig. 10 可看出，花斑蛇鰻之孕卵數與尾叉長之間呈指數型的關係，其關係式為 $F = 0.079 FL^{2.552}$ ($R^2 = 0.952$)，另由 Fig. 11 的顯示，花斑蛇鰻之總孕卵數 (F) 與卵巢重 (OW) 呈直線關係，其關係式為 $F = 32,698 + 15,721OW$ ($R^2 = 0.888$)。由此結果可知，花斑蛇鰻之孕卵數隨著體長、卵巢重之增加而增多。

花斑蛇鰻之產卵數為 1,300 ~ 95,700 粒，平均產卵數為 $29,200 \pm 26,978$ 粒。各卵巢內之卵粒成

熟率介於 3.4 ~ 29.2%，平均成熟率為 15.9%。產卵數與尾叉長之間則呈不規則狀分布，即兩者之間不存在迴歸關係，另由 Fig. 12 顯示，產卵數 (BF) 與 GSI 之間呈直線關係： $BF = -26,947 + 11,008 GSI$ ($R^2 = 0.822$)。花斑蛇鰻之相對孕卵數為 100 ~ 2,087 粒，平均為 890 粒，相對孕卵數與尾叉長之間亦不存在迴歸關係。

七、性成熟體長

依據 Kagwade (1968)、Silva (1973) 和 Miu *et al.* (1990) 等研究指出，在某一體長有 50% 個體達成熟者，則可以認定該體長為 50% 性成熟體長，而達 100% 者則為性完全成熟體長。套用 Logistic 曲線公式，花斑蛇鰻之成熟比率與體長之

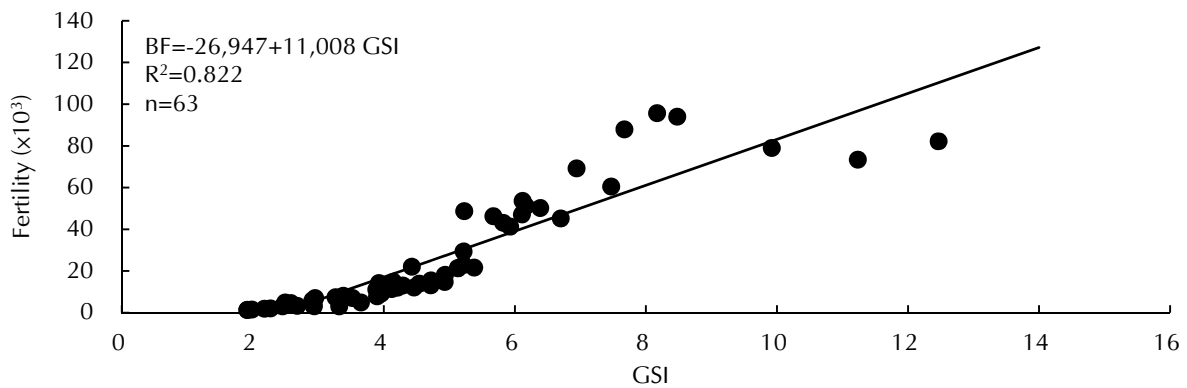


Fig. 12 Relationship between fertility and gonadosomatic index (GSI) of *S. undosquamis*.

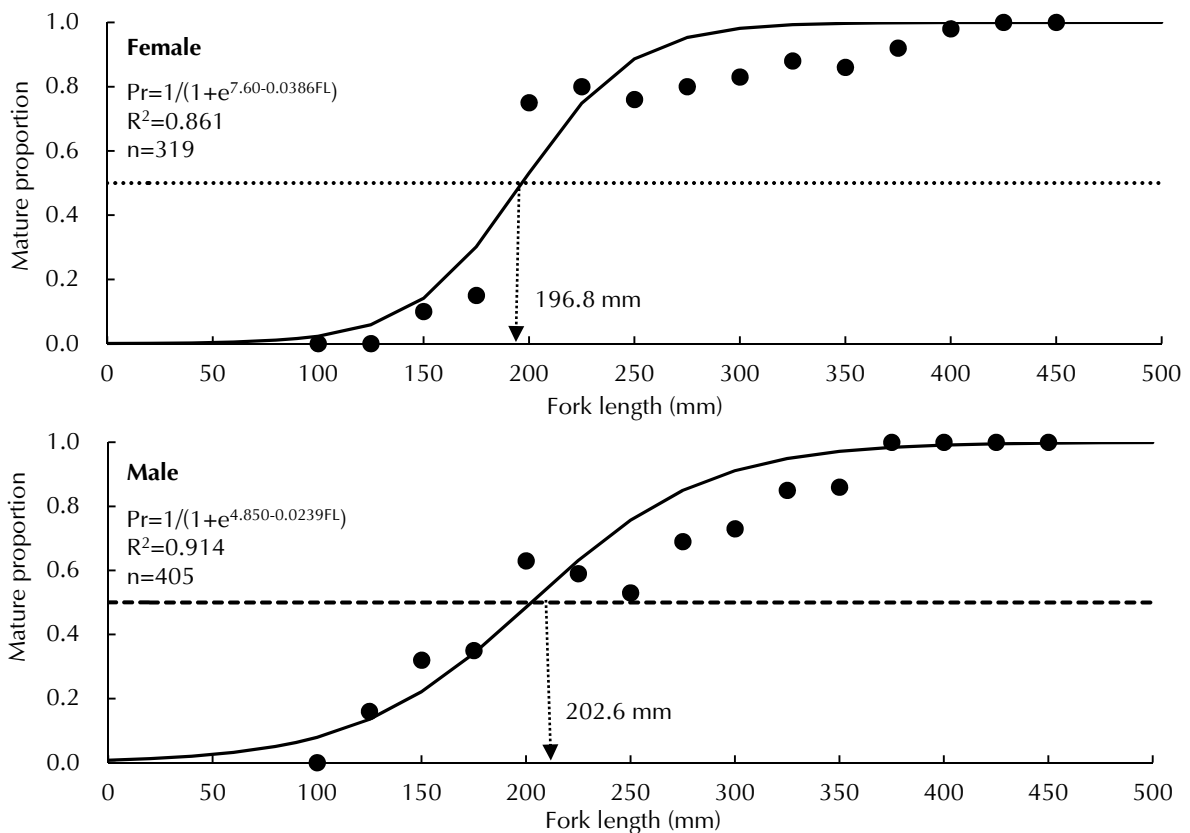


Fig. 13 Relationship between the mature percentage (pr) and fork length (FL) of *S. undosquamis* for both sexes.

關係式，雌雄分別為 $Pr = 1 / (1 + e^{7.60 - 0.0386FL})$ ($R^2 = 0.861$, $n = 319$)、 $Pr = 1 / (1 + e^{4.850 - 0.0239FL})$ ($R^2 = 0.914$, $n = 405$)，50% 性成熟體長雌雄分別為 196.8 mm、202.6 mm，而兩者達 100% 之性成熟體長則分別為 425.0 mm 及 375.0 mm (Fig. 13)。

八、卵細胞之發育過程

由組織切片觀察花斑蛇鯔卵細胞之形態變

化，可將其發育過程分為如下 9 個時期：

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

卵巢非常的小，一般卵細胞外形大致呈圓形，卵徑在 16 ~ 30 μm 之間，而核徑在 12 ~ 25 μm 之間 (Fig. 14A)。

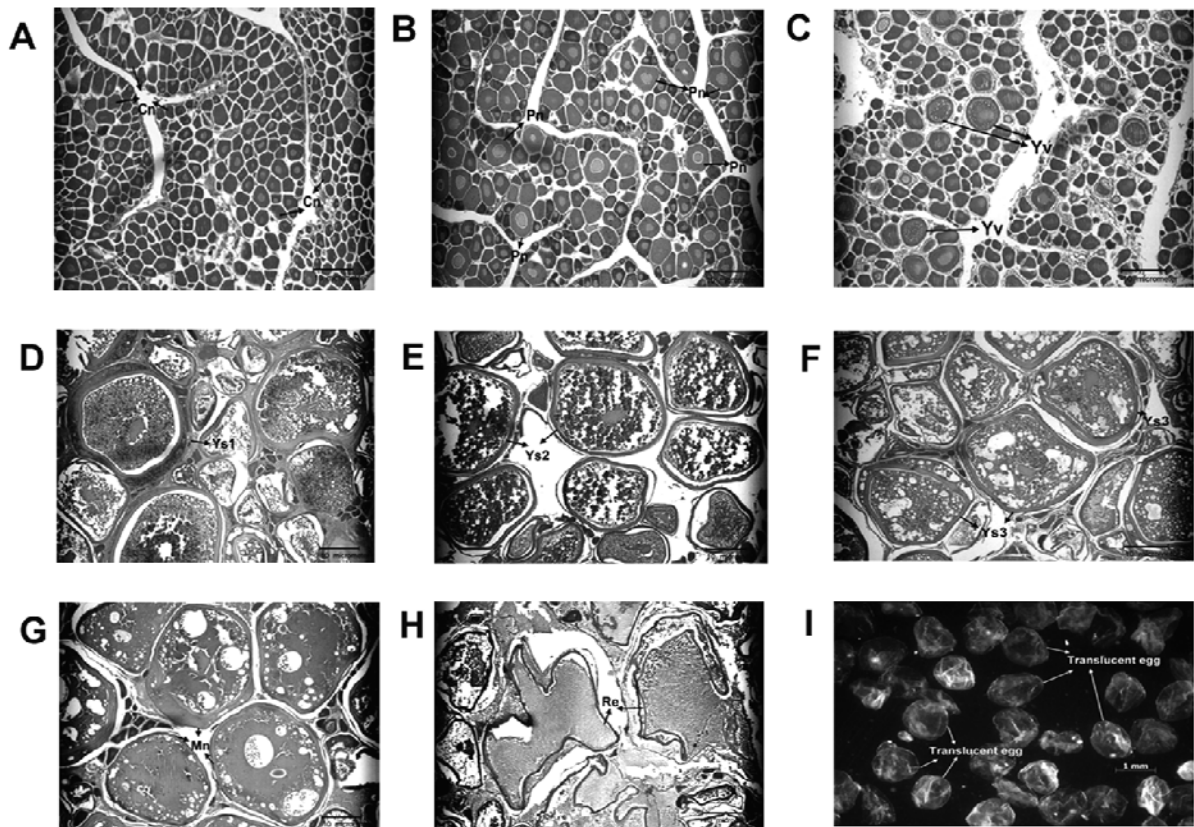


Fig. 14 Histological appearance of oocyte development of *S. undosquamis*. A: Chromatin-nucleolus stage (Cn); B: Peri-nucleolus stage (Pn); C: Yolk vesicle stage (Yv); D: Primary yolk stage (Ys1); E: Secondary yolk stage (Ys2); F: Tertiary yolk stage (Ys3); G: Migratory nucleus stage (Mn); H: Ripe egg stage (Re); I: Translucent egg stage.

(二) 周邊核仁期 (Peri-nucleolus stage, Pn)

卵巢仍小，卵細胞一般外形亦呈圓形，卵徑在 26 ~ 90 μm 之間，可見直徑在 23 ~ 61 μm 之間的卵黃核，但卵黃全未見 (Fig. 14B)。

(三) 卵黃胞期 (Yolk vesicle stage, Yv)

卵細胞一般外形亦呈圓形或橢圓形，卵徑在 85 ~ 390 μm 之間，可見直徑在 31 ~ 103 μm 之間的卵黃核，細胞質內側出現油球，油球在核周邊分布形成油球環 (Fig. 14C)。

(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 385 ~ 490 μm 之間 (Fig. 14D)。

(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 465 ~ 560 μm 之間 (Fig. 14E)。

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

卵徑在 475 ~ 650 μm 之間，卵黃胞越來越發達，且已開始相互合併成卵黃團，油球大小及數目均不變，但核仁已消失 (Fig. 14F)。

(七) 胚胞移動期 (Migratory nucleus stage, Mn)

卵徑在 500 ~ 700 μm 之間，卵黃胞均已合併為卵黃團，油球大小及數目均不變，細胞核仍為

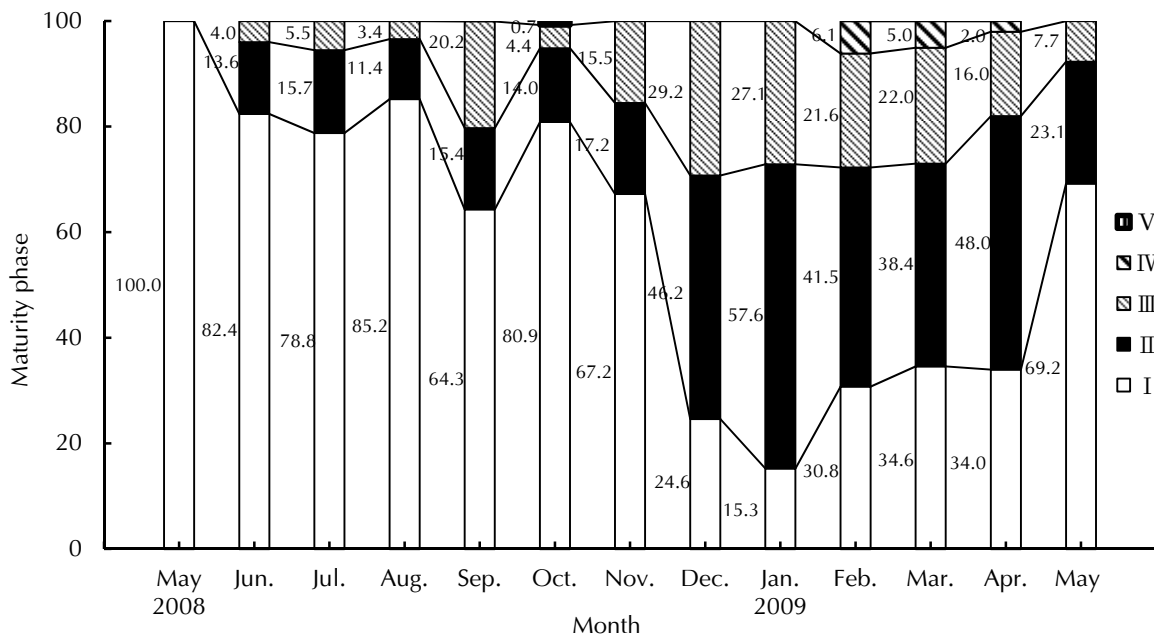


Fig. 15 The monthly distribution of female gonad maturity stages of *S. undosquamis* in the waters off southwestern Taiwan. I: Development stage; II: Maturing stage; III: Matured stage; IV: Ovulation stage; V: Atrophy stage.

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. 14G)。

(八) 完熟期 (Ripe egg stage, Re)

卵徑在 610 ~ 1,080 μm 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. 14H)。

(九) 完熟期之透明卵 (Translucent 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，此時新鮮樣本卵徑在 610 ~ 2,230 μm 之間 (Fig. 14I)。

九、生殖腺之成熟期月別分布

臺灣西南海域花斑蛇鯔雌魚生殖腺成熟期之月別分布情形如 Fig. 15 所示，圖中顯示除了 2008 年 5 月外，其餘各月均有處於成熟期的個體出現，而以 2008 年 9 月至翌年 5 月間佔有較高之比率，

尤其 2 ~ 4 月均發現有處於水卵期的個體分布，10 月則有萎縮期 (0.7%) 個體出現。

由上述之結果，配合各月別 GSI 及卵徑頻度分布情形、卵巢組織切片觀察，可判斷本海域之花斑蛇鯔產卵期延長，主要產卵期在 9 ~ 5 月，而盛產期在 2 ~ 4 月間。

討 論

本研究發現花斑蛇鯔不論在日本紀伊水道海域或臺灣東北及西南海域，大型魚均以雌魚居多，根據 Sakamoto and Suzuki (1972) 之解釋，這或許是採樣時有偏向選擇大型魚體的傾向所導致，而殷 (1998) 指出，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，而大型個體中雌魚佔優勢；Wang and Chen (1995) 認為於產卵期雌雄魚有分開群游之現象，另外可能的原因為雌雄魚有不同之壽命或死亡率，至於本研究中，花斑蛇鯔在體長 300 mm 以上確有雌魚占極大優勢群之現象，反之，小型魚則以雄性魚較佔優勢群，而在 9 ~ 5 月之產卵期中，其中 10 ~ 2 月則以雄性魚佔較大優勢群。另本海域花斑蛇鯔雌雄魚是否有不同之壽命或死亡率則有待未來探討。

GSI 因生殖腺之成熟、增重而增大，當生殖腺指數由最高值開始下降之際，即為產卵、排精之開始 (曾與劉, 1972; 劉, 1984)，而月別 GSI 變動趨勢的分析，即是用來作為判斷魚類之產卵期是在何月開始之指標；CF 大小乃反映出魚體筋肉量或儲存物質多少的表示 (松原等, 1979)，此外，亦可由肥滿度來看出生殖線的成熟狀況。一般而言，魚類在生殖期間，其肥滿度大多會減少，其因乃在大量產卵、排精時會引起身體能量的消失 (王, 1985)；肝臟重量的變化可以反映出魚類能量的蓄積與利用，此外，在生殖腺成熟期，可由肝臟提供養分讓卵黃吸收成長 (Htum-Han, 1978)，另 De Lahunty and De Vlaming (1979) 亦認為肝臟的能量儲存是用於雌性魚卵巢之再復育成長，因此，由 HSI 可看出，在產卵時期魚類之能量貯存與利用形式，亦即，生殖腺發育時，肝臟則肥大，此時含有多量的脂肪質，在產卵時期，肝臟的脂肪質減少，因此，肥滿度、肝臟指數的月別變動，可做為卵巢能量來源之指標，其等之變動趨勢可作為生殖期判定的指標。

當魚類生殖腺發育成長時，因生殖腺的增大，致使 GSI 隨之增大，此時，魚體筋肉量或儲存物質亦會提昇，但會導致魚類 CF 的降低，此乃為了提供生殖腺的成長及產卵時所需消耗的能量，另肝臟亦會肥大，此時含有多量的脂肪質，以提供養分，供卵黃吸收成長用，由上述花斑蛇鯔雌雄別之 GSI、CF、HSI 之月別變動情形，可顯示三者均呈隨著生殖腺的發育成長及產卵後之生殖腺萎縮與能量消耗，導致其值上升及下降的相互變動趨勢。

綜合本研究之肥滿度、生殖腺指數、肝臟指數、卵徑等月別變動情形及卵巢組織切片觀察結果，可判定在臺灣西南海域產的花斑蛇鯔有較長產卵期，亦即主要產卵期在 9~5 月間，而產卵盛期在 2~4 月。依據 Karekar and Bal (1960) 的論述，硬骨魚類之產卵模式可分為 4 群，而所謂的 4 群即 Group 1：魚類僅具一甚短的產卵季節，成熟卵巢內具有未熟及成熟之峰分離的卵群者；Group 2：包括僅產卵一次，但具有較長產卵期的魚類，成熟卵之數量大小約達全部卵粒數大小範圍之一半者；Group 3：魚類一年產卵 2 次，卵巢內包括成熟卵粒及一群正在成熟中之卵群者；Group 4：

魚類在一延長時間內間續的產卵，卵巢內可能含有數群的卵，每一群間並無法區分者。一般在高緯度水域生活的魚類，產卵周期通常是一年一次 (殷, 1998)，而花斑蛇鯔屬於第 3 群，特徵是該群魚類一年產卵 2 次，但具有較長產卵期，成熟卵之大小約達卵粒大小範圍之一半。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 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。其中非同步類型是多次產卵型魚類之主要特徵 (Hunter *et al.*, 1985)，有許多熱帶及亞熱帶魚類的生殖行為便有多次及延長產卵期的特徵 (Pauly and david, 1980)。本魚種經由卵徑之頻度分布情形，可發現產卵期之卵巢內卵粒大小組成為連續性 (Figs. 8, 9)，另再配合生殖腺之成熟期月別分布 (Fig. 15) 及生殖腺之組織切片之觀察，與上述類型之特徵相符，故可判斷本海域之花斑蛇鯔是屬於產卵期長而一年產卵多次之種類，亦即在 9 月份有一產卵小高峰，2~4 月為產卵盛期，與臺灣海峽南部海域之正蜥魚產卵型態相符 (傅, 1999)。

根據殷 (1998) 所述，相對孕卵數高意味著所懷的卵粒體積小、數量多，但每個卵粒成功發育為成體的機會少，繁殖策略是通過產生大量的卵粒來抵禦環境壓力，以保證種的延續；而相對孕卵數低，意味著所懷的卵粒體積大、數量少，卵粒含有的卵黃多，因此，有更多的營養物質提供孵化後的仔魚利用，從而使每個卵粒發育成為成體的機會大增。在本研究中，花斑蛇鯔在本海域之平均孕卵數為 $168,373 \pm 132,060$ 粒，產卵數為 $1,300 \sim 95,700$ 粒，平均產卵數為 $29,200 \pm 26,978$ 粒，另在鄰近的臺灣海峽南部海域的正蜥魚，其平均每尾的批次孕卵數 (batch fecundity) 為 61,616 粒，總孕卵數為 1,950,000 粒 (傅, 1999)，此外，本魚種在孟加拉灣西北部 (緯度 20.00° N) 則為 16,542~78,942 粒 (Rao, 1983)、土耳其南部地中海梅爾辛海灣 (緯度 34.6° N) 為 14,226 ~

65,833 粒 (Torcu, 1995)，根據 Leggett and Carscadden (1978) 對美國鱒魚 (American shad) 之研究指出，南北兩地區的魚體，在成長上，北方產者大於南方，但南方產者，其性成熟較早，且孕卵數較高，其原因據推測乃為食物利用、能量分配或對生殖環境遺傳上的一種適應。然本魚種在不同海域，其間之產卵數差異並不很明顯，另由本海域花斑蛇鯔之相對孕卵數分布 (100 ~ 2,087 粒，平均為 890 粒)，可知花斑蛇鯔是屬於相對生殖力較高的魚種。在本研究中所用於估算卵粒數的樣本計有 63 幅卵巢，由於含蓋各不同成熟階段的卵巢，故其成熟率之分布範圍較大，各卵巢內之卵粒成熟率分布介於 3.4 ~ 29.2%，平均成熟率為 15.9%。與傅 (1999) 於臺灣海峽南部海域對本魚種之研究結果，其成熟率分布介於 1.96 ~ 29.41% 差異不大。

花斑蛇鯔隨著海域的不同，其間之產卵期亦有所差異，如棲息在地中海東部的伊斯肯德倫灣海域者有兩個產卵期，即 5 ~ 7 月與 9 ~ 11 月 (Işmen, 2009)；日本琉球群島海域為 4 ~ 10 月 (Shimose and Tachihara, 2006)；而本研究之主要產卵期為 2 ~ 4 月。其中伊斯肯德倫灣之地理位置為緯度 36.5° N，日本琉球群島海域之地理位置為緯度 26.5° N，本研究海域之地理位置為緯度 22.0° ~ 23.0° N，本海域之花斑蛇鯔亦顯示有兩個產卵期，其中小產卵期在秋季的 9 月份，而盛產卵季節為春季的 2 ~ 4 月，另在鄰近的臺灣海峽南部海域的正蜥魚，同樣有二個產卵高峰，即 4 ~ 5 月與 11 月；日本琉球群島海域則為春至秋季，伊斯肯德倫灣海域則為夏至秋季，而造成以上不同海域產卵期之時間差異，其因素可能與地理位置之緯度差異，相對影響海水溫度、光照及餌料豐度等生態環境因子之不同而有關 (殷, 1998)。

花斑蛇鯔之 50% 性成熟體長在埃及地中海岸 (緯度約為 31.0° N) 雌魚為 195 mm (El-Greisy, 2005)；地中海東部的伊斯肯德倫灣海域雌魚為 165 mm、雄魚為 160 mm (Işmen, 2009)；日本沖繩島海域雌魚為 217 mm，雄魚為 206.0 mm (Shimose and Tachihara, 2006)；臺灣海峽南部海域雌魚為 308 mm，雄魚為 295 mm (傅, 1999)，而本研究之雌魚為 196.8 mm，雄魚為 202.6 mm。魚類之性成熟與所棲息環境之生態因

子有關，其因子包括餌料食物、光照、水溫、鹽度等，另外，捕撈強度亦是影響性成熟提早之人為因素 (殷, 1998)。一般而言，緯度越往南之海域，魚類有越早成熟之趨勢，其成熟體長有越減小之現象，然由上述之比較結果，花斑蛇鯔之性成熟體長則似乎呈相反趨勢，推論本海域、日本沖繩島海域及臺灣海峽南部海域之花斑蛇鯔之較大成熟體長與棲息環境中有豐富餌料、足夠照度、較高水溫等生態因子有關，以致促使魚類之快速成長之主要因素，相對的其性成熟體長亦較大。

根據蘇與吳 (2004) 針對臺灣西南海域小型底拖網漁業混獲分析及吳等 (2004) 於東港小型拖網漁船漁獲下雜魚之種類組成及漁獲率研究等結果指出，在臺灣西南海域除了春季以外，其餘各季均以下雜魚佔整體漁獲量 50% 以上，而下雜魚中的魚種以經濟性魚種約佔一半的漁獲量。花斑蛇鯔之盛產卵期為 2 ~ 4 月，其仔稚魚甚或幼魚，是下雜魚的經濟性魚種之一，如在下雜魚中的經濟性魚類組成，狗母類就佔有 7.9% 的混獲比率，其中花斑蛇鯔 2 月份之比率約佔 1.7%。近幾年來拖網船長期的捕撈，漁獲努力量不斷提高，促使花斑蛇鯔之漁獲量已不如往年之豐產現象，此外，在本研究中，花斑蛇鯔之 50% 成熟體長，雌雄魚分別為 196.8 mm 及 202.6 mm (在臺灣海峽南部海域之雌雄別 50% 成熟體長為 308 mm 及 295 mm)，而標本中的雌雄魚在體長 ≥ 200 mm 的比率分別為 45.2% 及 57.8%，根據作者針對本海域花斑蛇鯔 1997~ 2012 年之歷年體長調查分析，其年平均體長分布如 Fig. 16 所示，2008 年，其年平均體長呈現大幅下降之趨勢，而於 2012 年達最低點，為 192.3 mm。另，根據傅 (1999) 於臺灣海峽南部海域之研究結果，花斑蛇鯔於該海域之體長分布範圍為 208 ~ 533 mm，體長高峰在 280 ~ 360 mm，可見目前漁獲的體型有漸趨小型化之現象。因此，如欲對花斑蛇鯔之資源量作有效的保育並使之得以永續利用，則應對拖網漁業採取適當的管理措施，如產卵期、產卵場或由成熟體長選定最適作業網目大小的適當管控。

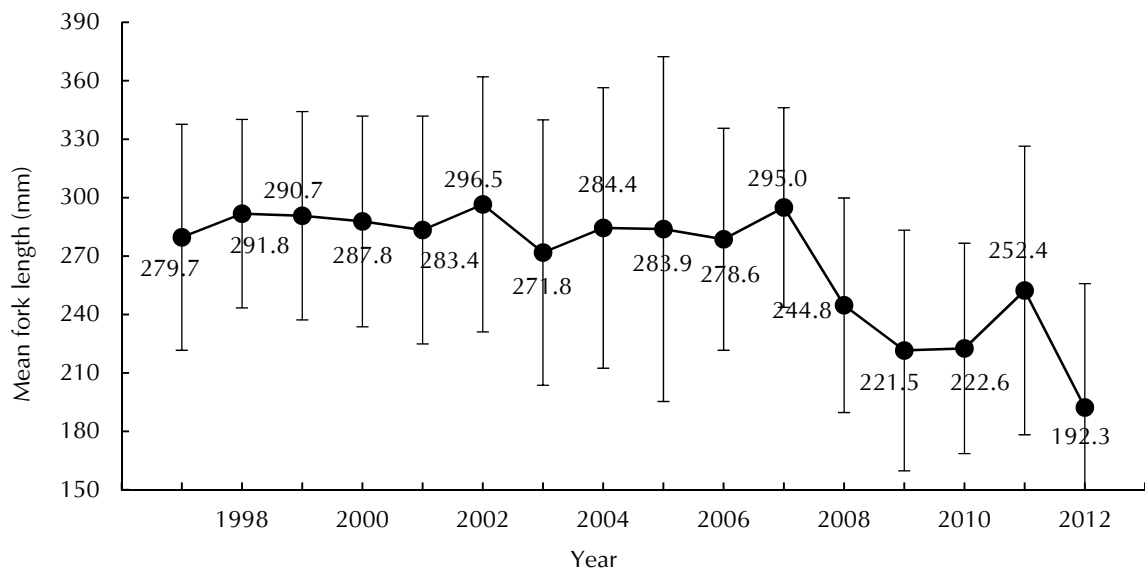


Fig. 16 The variation of annual mean fork length of *S. undosquamis* caught by trawl sampling vessels in the waters off southwestern Taiwan from 1997 to 2012.

謝辭

本報告得以順利完成，承本研究團隊陳秋月小姐、陳羿惠小姐、曾新閔小姐、林岱琄小姐、蘇意恬小姐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

- 王世斌 (1985) 臺灣龜山島海域產瓜子鯧之形態與生殖研究，國立臺灣海洋學院漁業研究所碩士論文，120 pp.
- 吳春基，林俊辰，黃朝盛，謝勝雄，蘇偉成 (2004) 東港小型拖網漁船漁獲下雜魚之種類組成及漁獲率研究，水產研究，12 (1): 11-23.
- 陳兼善，于振銘 (1986) 臺灣脊椎動物誌 (上冊). 臺灣商務印書館，319-322.
- 陳春暉 (2004) 澎湖的魚類. 行政院農業委員會水產試驗所特刊，3, 379pp.
- 殷名稱 (1998) 魚類生態學. 水產出版社，537 pp.
- 曾萬年，劉錫江 (1972) 東海南區臺灣海峽產白口魚之生殖生態的研究. 臺灣水產學會刊，1 (2): 20-30.
- 傅朝麟 (1999) 臺灣海峽南部產正蜥魚成熟與產卵之研究. 國立臺灣大學漁業科學研究所碩士論文，79 pp.
- 蘇偉成，吳春基 (2004) 臺灣西南海域小型底拖網漁業混獲分析. 水產試驗所特刊，5: 79-85.

- 劉光明 (1984) 臺灣東港附近海域產大眼鯛之漁業生物學研究. 國立臺灣海洋學院漁業研究所碩士論文，71 pp.
- 松原喜代松，落合明，岩井保 (1979) 魚類學 (上) (新版). 恆星社厚生閣，375 pp.
- Abdallah, M. (2002) Length-weight relationship of fishes caught by trawl off Alexandria, Egypt. Naga, The ICLARM Quarterly, 25 (1): 19-20.
- Ambak, M. A., M. Mohsin, M. Said, and M. Zaki (1986) Communication II-growth characteristics of lizard fish (Fam: Synodontidae) in the south China Sea. Pertanika, 9 (2): 261-263.
- Bakhom, S. A. (2000) Comparative study on brush-tooth lizardfish *Saurida undosquamis* (Richardson), from the Red Sea and Mediterranean Sea Coasts of Egypt. Oebalia, 26: 35-48
- Bingel, F. and D. Avşar (1988) Food items of *Saurida undosquamis* in the northern Cilician Basin (eastern Mediterranean). Rapp. Comm. Int. Mer. Medit., 31: 261.
- Boonwanich, T. (1991) Population dynamics of *Saurida elongata* and *S. undosquamis* (Synodontidae) in the southern Gulf of Thailand. Fishbyte, 9 (1): 23-27.
- Can, M. F., and A. Demirci (2004) Effect of towing duration on the catch per unit of swept area (CPUE) for Lizardfish *Saurida undosquamis* (Richardson, 1848) from the bottom trawl surveys in the Skenderun Bay. Turk. J. Fish. Aqua. Sci., 4: 99-103.

- 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.
- De Lahunty G. and V. L. De Vlaming (1979) Seasonal relationship of ovary weight, liver weight and fat stores with body weight in the goldfish, *Carassius auratus* (L.). *J. Fish. Biol.*, 16: 5-13.
- El-Greisy, Z. A. (2005) Reproductive biology and histology of female brushtooth Lizardfish *Saurida undosquamis* (Richardson), Family: Synodontidae, from the Mediterranean coast of Egypt. *Egypt. J. Aqua. Res.*, 31 (1): 19..
- El-Halfawy, M. M., A. M. Amin, and A. M. Ramadan, (2007) Growth and reproduction of female brushtooth Lizardfish *Saurida undosquamis* (Richardson) from the Gulf of Suez, Egypt. *EU J. Fish. & Aqua. Sci.*, 24 (1-2): 143-148.
- Golani, D. (1993) The biology of the red sea migrant, *Saurida undosquamis* in the Mediterranean and comparison with the indigenous confamilial *Synodus saurus* (Teleostei: Synodontidae). *Hydrobiologia*, 271 (2): 109-117.
- Gökçe, G., L. Sangun, H. Ozbilgin, and M. Bilecenoglu (2007) Growth and mortality of the brushtooth lizardfish (*Saurida undosquamis*) in Iskenderun Bay (eastern Mediterranean Sea) using length frequency analysis. *J. Appl. Ichthyol.*, 23 (6): 697-699.
- Gökçe, G., M. Çekiç, and H. Filiz (2010) Length-weight relationships of marine fishes off Yumurtalik coast (Skenderun bay), Turkey. *Turk. J. Zool.*, 34: 101-104.
- Hayashi, I. (1972) On the ovarian maturation of the Japanese sea bass *Lateolabrax japonicas*. *Jap. J. Ichthyol.*, 19 (4): 243-254.
- Honma, Y. and E. Tamura (1962) Seasonal changes in the gonads of the land-locked salmonoid fish, Ko-ayu, *Plecoglossus altivelis* Temminck et Schlegel. *Jap. J. Ichthyol.*, 9 (16): 135-152.
- Htum-Han, M (1978) The reproductive biology of the dab *Limanda limanda*, hepatosomatic index and condition factor. *J. Fish. Biol.*, 13: 369-378.
- Inoue, T., and T. Nakabo (2006) The *Saurida undosquamis* group (Aulopiformes: Synodontidae), with description of a new species from southern Japan. *Ichth. Res.*, 53 (4): 379-397
- Ismen, A. (2002) Age, growth, sex ratio and spawning season of lizardfish (*Saurida undosquamis* Richardson, 1848) in the Iskenderun bay, Eastern Mediterranean). In *Workshop on Lessepsian Migration*, 108-115.
- Işmen, A. (2009) Maturity and fecundity of lizardfish (*Saurida undosquamis* Richardson, 1848) in Iskenderun Bay (eastern Mediterranean). *Turk. J. Zool.*, 27: 231-238.
- Kagwade, V. N. (1968) Maturation and spawning in horse mackerel, *Caranx kalla* (Cuv, Bal.). *Ind. J. Fish.*, 15: 207-220.
- Karekar, P. S. and D. V. Bal (1960) A study of the maturity and spawning of *Polydactylus indicus* (shaw). *Ind. J. Fish.*, 7: 147-165.
- 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., 341pp.
- 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 (3): 551-562.
- Lee, Y. C., S. Y. Yeh and H. C. Liu (1986) Age and growth of lizard fish, *Saurida undosquamis*, in the southern part of the Taiwan strait. *Acta Oceanographica Taiwanica*, 17: 105-118.
- Lee, Y. C. and S. Y. Yeh (1989) Age determination by using scale ring reading for the lizard fish, *Saurida undosquamis*, from the southern Taiwan strait. *Acta Oceanographica Taiwanica*, 23: 63-73.
- Lee, Y. C. (1994) The estimation of joint length frequency of lizard fish (*Saurida undosquamis*) caught from the southern Taiwan strait using the stratified random sampling method. *J. Fish. Soc. Taiwan*, 21 (1): 57-68.
- Lee, Y. C. (1995) The estimation of age composition of lizard fish (*Saurida undosquamis*) caught from the southern Taiwan strait using iterated age-length key algorithm. *J. Fish. Soc. Taiwan*, 22 (1): 41-51.
- Lee, Y. C. (1997) The yield per recruit analysis for lizard fish, *Saurida undosquamis*, in the southern Taiwan strait. *J. Fish. Soc. Taiwan*, 24 (1): 83-92.
- Leggett, W. C. and J. E. Carscadden (1978) Latitudinal variation in reproductive characteristics of American shad, *Alosa sapidissima*: Evidence for population specific life history strategies in fish. *J. Fish. Res. Board Can.*, 35: 1469-1478.
- 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) Histophysiology de l'ovogenese. Hermann and Cie, Editeurs, Paris. p. 81,
- Manaşırlı, M., D. Avşar and H. Yeldan (2011) Population dynamical parameters of brushtooth lizard fish [*Saurida undosquamis* (Richardson, 1848)] from the northeastern Mediterranean coast of Turkey. *Ege J. Fish Aquat. Sci.*, 28 (4): 111-115.
- 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.
- Pauly D. and N. David (1980) An objective method for determining fish growth from length-frequency data. *ICLARM Newsletter*, 13-15.
- Rajkumar, U., S. Sivakami, K. N. Rao and H. J. Kingsly (2003) Lizardfish fishery, biology and population dynamics of *Saurida undosquamis* (Richardson) off Visakhapatnam. *Ind. J. Fish.*, 50 (2): 149-156.
- Rao, K. V. S. (1983) Maturation and spawning of lizard fishes (*Saurida* spp.) from North Western part of Bay of Bengal. *Indian J. Fish.*, 30 (1): 27-45.
- Rao, K. V. S. (1983) Length-weight relationship in *Saurida tumbil* and *S. undosquamis* and relative condition in *S. tumbil*. *Indian J. Fish.*, 30 (2): 296-305.
- Sakamoto, T. and T. Suzuki (1972) The spawning habits and fluctuation of fishing condition of butterfly (*Psenopsis* sp.) in Kii Channel of Japan. *Bull. Wakayama Pre. Fish. Exp. State* in 1971, 119-124.
- Shimose, T. and K. Tachihara (2006) Age, growth, and reproductive biology of the Waigieu seaperch *Psammoperca waigiensis* (Perciformes: Latidae) around Okinawa Island, Japan. *Ichthyol. Res.*, 53: 166-171.
- Shu, L. M. and Y. S. Qiu (2004) Estimate for growth, mortality parameters and first capture specification suggestion of *Saurida undosquamis* (Richardson) in northern south China Sea. *J. Zhanjiang Ocean Univ./Zhanjiang Haiyang Daxue Xuebao*, 24 (3): 29-35.
- 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 Bio.*, 5 (6): 689-705.
- Sinoda, M. and S. Intong (1978) Size frequency distribution of lizard fish, *Saurida undosquamis*, in the inner Gulf of Thailand. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 44 (1): 1-6.
- Sun, D. R. and Z. J. Lin (2004) Variations of major commercial fish stocks and strategies for fishery management in Beibu Gulf. *J. Trop. Ocean*, 23 (2): 62-68.
- Torcu, H. (1995) Studies on biology and ecology of Indo-Pacific fishes goatfish (*Upeneus moluccensis*) and lizardfish (*Saurida undosquamis*) found in the Mediterranean and south Aegean Sea coasts. *Sel Uk Uni. Science Inst. PhD Thesis*, Konya (in Turkish), 168 pp.
- Vadhanakul, P. (1999) Reproductive dynamic of the lizard fish (*Saurida undosquamis*) in the gulf of Thailand (Jan. 1979-Sept. 1980). *Marine Fishery Technical Reports 1990-1998 part 3: Demersal fishes, marine environments and distributed papers*, Dept. Fish., Mar. Fish. Div. and Mar. Fish. Develop. Center, Bangkok, Thailand, 1999- pt., 3, 9 pp.
- Wang, S. B. and C. T. Chen (1995) Reproductive biology of Japanese butterflyfish *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 butterflyfish, *Psenopsis anomala*, in the waters off Southwestern Taiwan. *J. Appl. Ichthyol.*, 28 (2): 209-216.
- Zhang, Q. Y. and G. L. Yang (1986) Study on feeding habits of lizard fishes in South Fujian and Taiwan Bank fishing ground. *J. Fish. China/Shuichan Xuebao*. Shanghai, 10 (2): 213-222.

Reproductive Biology of the Brushtooth Lizardfish, *Saurida undosquamis*, in the Waters off Southwestern Taiwan

Chuen-Chi Wu^{*}, Jian-Zhi Huang, Jinn-Shing Weng and Long-Jing Wu

Coastal and Offshore Resource Research Center, Fisheries Research Institute

ABSTRACT

The brushtooth lizardfish, *Saurida undosquamis*, is one of the important commercial species for the trawl fishery in southwestern Taiwan. Its reproductive biology was described based on 2,078 specimens collected between May 2008 and May 2009 caught by small trawlers in the waters off southwestern Taiwan. The sex ratio, 51.3% (1,065/2,078), was significantly different from 50%, and females predominated for fork length greater than 350 mm. The sexes-combined relationship between body weight (BW) and fork length (FL) was estimated as $BW = 6.0 \times 10^{-6} \times FL^{3.091}$ ($R^2 = 0.974$, $n = 2,078$, $\chi^2 = 0.001$, $p < 0.05$). Oocytes were mature when they attained 0.5 mm or larger in diameter, and the transparent oocytes were found when their diameter attained 1.00 mm. A multiple spawning pattern was observed for this species, and its spawning season extended from September to May and peaked from February to April based on the microscopic observation, gonadosomatic index, condition factor, oocyte diameter monthly distributions and hepatosomatic index. The mean fecundity was estimated to be $168,373 \pm 132,060$. The mean batch fecundity was estimated to be $29,200 \pm 26,978$, and relative fecundity ranged from 100 ~ 2,087 (mean 890) per gram of body weight. The mature rate of ovarian eggs ranged from 3.4% to 29.2%, with an average of 15.9%. The logistic curves describing the relationship between proportion of maturity (Pr) in each length interval and fork length were estimated to be $Pr = 1 / (1 + e^{7.60 - 0.0386FL})$ ($R^2 = 0.861$) for females and $Pr = 1 / (1 + e^{4.85 - 0.0239FL})$ ($R^2 = 0.914$) for males. Sizes at 50% maturity were estimated to be 196.8 mm and 202.6 mm FL and at 100% maturity were estimated to be 425.0 mm and 375.0 mm FL for both females and males, respectively.

Key words: brushtooth lizardfish, *Saurida undosquamis*, reproductive biology, spawning period, size at sexual maturity, the waters of 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) 821-8103 ext. 222; E-mail: wucc.mail@msa.hinet.net