

南東海劍尖槍鎖管體型與生殖狀況之時空變化

王凱毅¹·張可揚¹·李國添²·廖正信^{2*}

¹行政院農業委員會水產試驗所海洋漁業組

²國立臺灣海洋大學環境生物與漁業科學學系

摘要

劍尖槍鎖管 (*Uroteuthis (Photololigo) edulis*) 是臺灣火誘網漁業之主要目標物種之一。本研究於 2003 ~ 2008 年間進行六年的標本採集，由生殖腺指數與性成熟階段組成之月別變化得知，劍尖槍鎖管在每年可能有春 (3 ~ 5 月)、秋 (10 ~ 12 月) 兩產卵季。東海南部 (臺灣北部水域) 依水文大致可分為三區：沿岸、湧昇流及鋒面區。由鎖管外套膜長 (mantle length, ML) 及成熟階段組成結果顯示，春、秋兩產卵期時，較多已成熟的雌、雄鎖管出現在沿岸或湧昇流海域，推測此區可能為鎖管產卵場。每年 1 ~ 3 月時，鎖管只出現於沿岸及湧昇流海域，其平均 ML 是各月份最小的，推測可能為鎖管育成場 (nursery ground)。鋒面海域常捕獲體型小且未成熟鎖管，是為索餌成長洄游的海域。

關鍵詞：東海、劍尖槍鎖管、生殖

前言

劍尖槍鎖管 (*Uroteuthis (Photololigo) edulis*) 是西太平洋主要的經濟性鎖管物種之一，分布範圍北起日本南部海域，經臺灣及菲律賓群島，向南延伸到澳洲北部海域 (陳等, 2009)，主要開發利用的海域為東海 (董, 1991)。臺灣捕撈該物種至少已有 50 年，向來是我國經濟性魚種之一。捕獲鎖管的漁業除火誘網漁業 (以棒受網漁船為最多) 外，拖網漁業亦會捕獲，同時更是臺灣北部沿近海休閒漁業主要的釣獲魚種之一 (呂, 2001)。

根據漁業署漁業年報 1959 ~ 2008 年間的統計資料顯示，以臺北縣及基隆市籍 (主要作業漁場在我國北部陸棚海域) 的漁船，捕獲鎖管的漁獲量位居全國之冠 (漁業署, 1959 ~ 2008)，其漁獲量在 1998 年以前是呈現逐漸增加的情形，該年的產量達史上最高 (21,483 mt)。之後，1999 年漁獲量大幅下降至 11,257 mt，且往後的 6 年裡 (2000 ~ 2005

年)，漁獲量一直處在 10,000 mt 上下，到了 2008 年只有 3,527 mt，約為前幾年的 1/3 (Fig. 1)。在其他國家的鎖管資源利用方面，日本利用拖網漁船，在九州南部沿近海到東海陸棚間漁場採捕鎖管，從 1988 年開始，年漁獲量為 35,000 mt，之後逐漸下降至 2001 年的 10,000 mt 左右，其後到 2007 年間漁獲量一直在 15,000 mt 上下 (淺野和依田, 2007)；另外，中國大陸以拖網及燈光魷魚敷網在本海域之年漁獲量也有 20,000 mt 左右 (鄭等, 1999; 宋等, 2008a; 沈等, 2008)，故可知鎖管在東海之捕獲量頗為可觀。

過去的研究報告指出，東海 (臺灣北部陸棚海域) 的鎖管物種是以劍尖槍鎖管為優勢物種 (張等, 2007)，該物種終年均有產卵 (Wang *et al.*, 2008)，且生命週期短 (9 ~ 12 月)、成長快 (Natsukari *et al.*, 1988; Wang *et al.*, 2010)。每年 4 ~ 11 月間，洄游於東海陸棚海域之間 (廖, 2000)。鎖管對周遭環境的變化，能立即在生物特徵與資源量上反映出來 (李, 2004)。東海陸棚有沿著臺灣東部北上之黑潮及西部北上之臺灣海峽水，與中國大陸沿岸南下之大陸沿岸冷水相混，形成鋒面 (或潮境) (宋, 1987)，並有地形所造成之湧昇海域

*通訊作者 / 基隆市中正區北寧路 2 號, Tel: (02) 2462-2192 ext. 5050; Fax: (02) 2463-5941; E-mail: chliao@mail.ntou.edu.tw

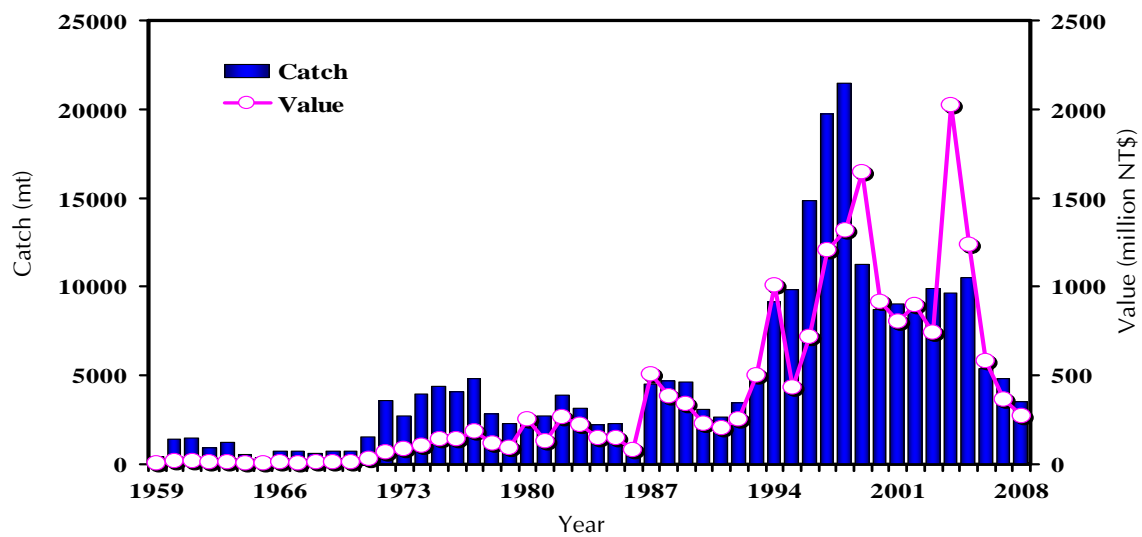


Fig. 1 Catches and values of *U. (P.) edulis* in Taiwan in 1959-2008 (modified from Wang et al., 2008).

(Gong *et al.*, 1992)。雖然 Wang *et al.* (2008) 已說明該物種的生殖特性 (如產卵期、產卵場及 50% 性成熟外套膜長等)，但沒有考慮空間上之差異，更何況劍尖槍鎖管位於水文環境複雜的東海陸棚海域，不同水團所反映出之生物特徵尚未明瞭，因此，本研究的目的在究明不同水團間，劍尖槍鎖管之體型結構與成熟狀態，並探討鎖管洄游與其生物特性之關聯性。

材料與方法

一、標本採集

鎖管標本以隨機方式自 5 艘棒受網漁船漁獲中採集 (至少 100 尾以上) 並冷藏或冷凍保存，返航後攜回實驗室做後續處理。研究期間(2003/01 ~ 2008/12) 共計採樣 206 次，採樣位置如 Fig. 2，總樣本數為 26,148 尾。此外，亦向海釣船及拖網漁船零星取得標本，這部分的樣本未列入每月份的統計資料，而是列入其他 (Table 1)。

二、生物測量

採得之樣本攜回實驗室後，由外部形態與腕部吸盤角質環 (sucker ring) 鑑定其物種 (董, 1991; 陳等, 2009; Sin *et al.*, 2009)。並進行鎖管的形態形質測量，包括外套膜長 (mantle length, ML)、溼重量 (wet body weight, BW)、胃內容物重

(stomach content weight, SW) 及判定性別 (sex)。生殖腺的量測，雌鎖管量測卵巢重 (ovary weight)、輸卵管 (oviduct)、纏卵腺 (nidamental glands) 及輸卵管腺 (oviducal gland) 等器官之重量，雄鎖管則為精巢重 (testis weight)、前列腺 (prostate)、陰莖 (penis) 及精莖囊 (spermatophoric sac)。以上之長度與重量是以準確度分別為 0.05 mm 的游標尺 (Mitutoyo, Japan) 及 0.01 g 的電子秤 (Precisa XS-3250C, Switzerland) 所量測。

由所量測之生物參數，計算生殖腺成熟指數 (Gonadosomatic index, GSI)。計算方式如下 (Perez *et al.*, 2002)：

$$\text{雄：GSI}_m = \frac{GW_m}{BW - SW} \times 100$$

$$\text{雌：GSI}_f = \frac{GW_f}{BW - SW} \times 100$$

GW_m ：雄鎖管之所有生殖腺重 (包含精巢、精莖囊、前列腺及陰莖)。

GW_f ：雌鎖管之所有生殖腺重 (包含卵巢、輸卵管、輸卵管腺、纏卵腺)。

SW：胃內容物重。

BW：溼重量。

三、性成熟度的判定

本研究對於性成熟度的分析，除了使用一般魚類常用的 GSI 外，也因為鎖管隨成長使其內部生殖腺的外觀如雄鎖管之精巢、雌鎖管之纏卵腺

等也由短瘦變成伸長且豐厚的形態，故藉由鎖管生殖腺外觀的發育過程，亦可瞭解鎖管本身性成熟度的情形。此一觀察方法均被世界各國研究管魷類學者所採用 (Vovk, 1972; Lipinski, 1979; Macy, 1982 歐, 1983)。雖然各學者對於性成熟度的階段有差異，如歐 (1983) 將中國槍鎖管的性成熟度分為 5 個階段，Macy (1982) 則將皮氏鎖管的性成熟度分為 4 個階段。不過對於生殖腺的外觀發育判定，皆大同小異，尤其是針對已成熟的鎖管之描述均相似。本研究採用 Macy (1982) 觀察皮氏鎖管的生殖腺外觀發育情形來給予其適當的性成熟度劃分，其中 stage IV 定義為已成熟的鎖管、stage 0 為看不出性別且體型明顯較小，在此稱為幼生 (Table 2)。

四、不同海域的劃分

根據棒受網漁船的作業位置與海洋環境間的關係得知，鎖管主要分布於臺灣北部沿岸海域或

黑潮暖水與大陸沿岸冷水所交匯的鋒面 (Wang *et al.*, 2008; 廖, 2000)。其中北緯 25.6 度附近的鋒面，同時也有黑潮因棉花峽谷所形成的地形性湧昇流，此湧昇流所形成的冷水渦是終年存在的 (Gong *et al.*, 1992)，並富含營養鹽。而沿岸海域有河川注入及水深較淺等因素，使該海域也是營養鹽豐富的海域 (Segar, 1998)。鋒面海域 (本研究是指北緯 26 度以北的海域)，是為冷暖水交界的海域，海底深度較深 (100 m 以上)，周圍既無河川也無冷水渦的存在，故為營養鹽較少的海域 (Segar, 1998)。不同的環境變化 (如海底深淺、營養鹽富貧等) 可能對應鎖管生活史的不同階段。因此，根據漁船動態分布及冷水渦的分布範圍，本研究將東海陸棚區分成沿岸海域 (北緯 25.4 度以南)、湧昇海域 (北緯 25.4 ~ 26 度) 及鋒面海域 (北緯 26 度以北) 等三區 (Fig. 2)，藉由鎖管外套膜長與性成熟度組成，探討在月別變化下之三海域鎖管生物特徵。

Table 1 Monthly number of specimens, sex ratio, range of mantle length (ML) and weight (BW) of males and females *U. (P.) edulis* in 2003-2008

Month	Number of individuals			Total	Sex ratio (M/F)	ML range (mm)			BW range (g)		
	Male	Female	Unsex			Males (mean)	Females (mean)	Unsex	Males (mean)	Females (mean)	Unsex
2003											
January	129	142		271	0.91	46-128 (68)	51-104 (68)		7-55 (18)	7-55 (18)	
February	251	331	19	601	0.76	41-106 (66)	43-103 (68)	29-42	4-54 (17)	4-46 (19)	2-5
March	281	266	9	556	1.06	41-157 (67)	41-156 (68)	36-41	4-133 (17)	5-144 (19)	3-5
April	183	148	8	339	1.24	44-189 (72)	42-128 (74)	35-41	5-178 (21)	6-89 (22)	3-5
May	248	199	219	666	1.25	47-167 (78)	47-138 (77)	8-59	5-141 (23)	6-79 (23)	0-12
June	463	400	160	1023	1.16	42-194 (85)	42-233 (81)	13-57	4-165 (31)	4-332 (28)	0-10
July	450	431	154	1035	1.04	43-213 (86)	43-268 (87)	25-58	4-242 (34)	5-389 (36)	1-10
August	462	409	72	943	1.13	43-273 (111)	41-185 (107)	17-64	5-246 (58)	4-174 (55)	1-14
September	515	510	259	1284	1.01	43-225 (93)	49-202 (89)	12-64	4-270 (41)	5-201 (37)	0-12
October	183	197	4	384	0.93	56-155 (90)	49-138 (82)	47-67	8-120 (37)	6-86 (28)	5-13
November	79	98	15	192	0.81	53-137 (87)	53-117 (80)	43-69	7-127 (29)	7-61 (23)	4-13
2004											
February	58	55		113	1.05	49-91 (63)	50-92 (63)		6-33 (14)	7-34 (14)	
March	124	131		255	0.95	47-130 (65)	45-105 (68)		5-72 (14)	5-47 (16)	
April	185	107	9	301	1.73	45-138 (71)	43-105 (67)	33-47	5-101 (19)	5-53 (16)	2-5

Table 1 Monthly number of specimens, sex ratio, range of mantle length (ML) and weight (BW) of males and females *U. (P.) edulis* in 2003-2008

Month	Number of individuals			Total	Sex ratio (M/F)	ML range (mm)			BW range (g)		
	Male	Female	Unsex			Males (mean)	Females (mean)	Unsex	Males (mean)	Females (mean)	Unsex
May	227	184	59	470	1.23	43-188 (84)	48-181 (84)	35-69	5-158 (30)	6-169 (29)	3-16
June	237	187		424	1.27	59-246 (95)	58-273 (92)		8-244 (37)	10-342 (36)	
July	214	227	43	484	0.94	45-189 (98)	45-170 (99)	32-59	5-172 (45)	6-152 (48)	2-10
August	204	208		412	0.98	56-191 (86)	48-217 (89)		8-168 (31)	6-266 (36)	
September	242	160	67	469	1.51	51-178 (99)	46-185 (100)	22-62	8-154 (49)	5-164 (51)	1-18
October	80	43		123	1.86	73-181 (117)	82-150 (111)		22-157 (63)	26-114 (57)	
November	52	74		126	0.70	92-176 (126)	90-199 (127)		35-168 (81)	40-246 (89)	
2005											
April	129	141	23	293	0.91	43-93 (64)	45-98 (65)	16-28	4-31 (13)	5-32 (14)	1-2
May	112	56	31	199	2.00	49-129 (82)	45-174 (89)	41-65	6-80 (29)	5-172 (38)	4-13
June	40	58	3	101	0.69	62-133 (98)	53-138 (87)	53-60	12-81 (41)	7-81 (32)	7-10
July	60	42	3	105	1.43	49-176 (90)	63-199 (96)	43-60	13-193 (43)	15-275 (52)	3-13
August	83	67		150	1.24	68-204 (121)	77-180 (116)		19-227 (79)	24-175 (75)	
September	77	63		140	1.22	69-163 (101)	70-167 (103)		18-130 (48)	17-129 (52)	
October	122	90		212	1.36	70-248 (108)	62-249 (118)		16-277 (57)	14-331 (75)	
November	224	12		236	18.67	59-250 (119)	76-105 (93)		27-346 (79)	24-58 (40)	
2006											
February	102	103		205	0.99	54-89(64)	53-86(65)		7-28(12)	7-27(13)	
March	99	113		212	0.88	59-189(79)	56-181(82)		11-184(27)	9-197(29)	
April	131	128	2	261	1.02	45-116(69)	50-134(76)	50-52	5-69(18)	6-90(24)	6-7
May	154	154	2	310	1.00	51-162(84)	42-158(81)	38-39	7-126(29)	5-133(27)	4-4
June	62	61	18	141	1.02	44-107(69)	43-107(64)	37-61	5-45(16)	5-47(14)	3-13
July	236	155	2	393	1.52	46-196(108)	59-205(111)	50-54	7-165(54)	13-177(59)	5-8
August	149	181		330	0.82	60-232(90)	57-167(91)		14-249(38)	12-150(41)	
September	241	221		462	1.09	72-173(105)	69-176(105)		20-135(54)	17-155(55)	
October	72	49		121	1.47	85-203(111)	78-137(105)		30-252(63)	25-112(56)	
November	69	18		87	3.83	71-157(117)	79-130(106)		19-136(74)	28-90(56)	
December	146	38		184	3.84	72-227(128)	61-144(106)		22-312(94)	15-119(60)	
2007											
January	199	156		355	1.28	52-189 (85)	56-152 (79)		8-216 (37)	9-145 (28)	
February	138	204	3	345	0.68	44-99 (69)	46-118 (71)	55-69	5-38 (17)	7-66 (18)	9-14
March	115	93	2	210	1.24	49-126 (67)	52-133 (70)	55-57	6-85 (16)	8-77 (17)	9

Table 1 Continued

Month	Number of individuals			Total	Sex ratio (M/F)	ML range (mm)			BW range (g)		
	Male	Female	Unsex			Males (mean)	Females (mean)	Unsex	Males (mean)	Females (mean)	Unsex
April	211	175	8	394	1.21	54-135 (84)	63-133 (86)	56-69	7-82 (28)	13-95 (31)	8-14
May	138	80		218	1.73	51-178 (91)	50-198 (97)		9-173 (32)	7-243 (44)	
June	217	160	43	420	1.36	42-140 (82)	61-141 (84)	42-69	4-92 (24)	10-86 (26)	4-14
July	82	63	75	220	1.30	49-150 (72)	47-146 (67)	42-69	6-103 (20)	6-97 (18)	4-15
August	188	192	30	410	0.98	51-236 (85)	50-183 (84)	55-69	8-292 (32)	10-176 (32)	10-18
September	143	78	9	230	1.83	60-200 (86)	53-133 (85)	58-69	11-153 (32)	12-89 (32)	10-19
October	169	201	1	371	0.84	60-177 (94)	63-158 (98)	68-68	12-164 (41)	14-138 (46)	16
December	77	16		93	4.81	97-249 (167)	87-203 (134)		34-333 (146)	29-305 (104)	
2008											
January	87	69	84	240	1.26	41-84(54)	44-70(55)	37-61	2-28(9)	4-18(9)	3-11
April	112	138	15	265	0.81	45-112(61)	46-111(65)	43-64	5-45(11)	6-46(14)	6-11
May	38	92		130	0.41	72-224(116)	86-190(125)		16-229(60)	24-197(71)	
June	30	26	49	105	1.15	42-149(65)	58-111(81)	18-69	4-111(14)	9-56(23)	1-13
July	84	77	1	162	1.09	89-294(137)	61-196(123)	62-62	33-389(94)	11-226(76)	10
August	111	115		226	0.97	67-298(120)	62-190(118)		15-351(69)	14-208(69)	
September	197	169		366	1.17	62-226(94)	61-192(97)		13-262(44)	14-197(50)	
October	205	100		305	2.05	52-182(104)	57-203(104)		9-176(51)	13-176(53)	
November	271	162	9	442	1.67	59-222(104)	66-177(101)		17-270(53)	15-174(48)	
December	308	137	11	456	2.25	42-217(98)	45-149(93)	34-55	6-309(49)	8-113(42)	4-9
Other	3207	2141	224	5572	1.50	45-405	42-316	15-67	4-819	4-588	0-14
Total	13502	10901	1745	26148	1.24	41-405 (91)	41-316 (92)	8-69	4-819 (45)	4-588 (44)	0-19

BW: body weight; ML: mantle length. Minimum-maximum values for BW and ML (males and females).

Table 2 Scale used to assign sexual maturity stages for males and females of *U. (P.) edulis* (followed Macy, 1982)

Stage	Female	Male
Stage 0	These juvenile squid lack visible gonads	
Stage I	Nidamental glands appear as thin white streaks	Testis appears as a pale oval body
Stage II	Accessory and oviducal glands become evident	Spermatophoric organ/Needham's sac complex become evident
Stage III	Translucent white immature ova give the ovary a distinctly granular appearance	Immature spermatophores was visible as small white specks in Needham's sac
Stage IV	Ripe eggs fill the oviduct	Elongate mature spermatophores are visible both in Needham's sac and in the penis

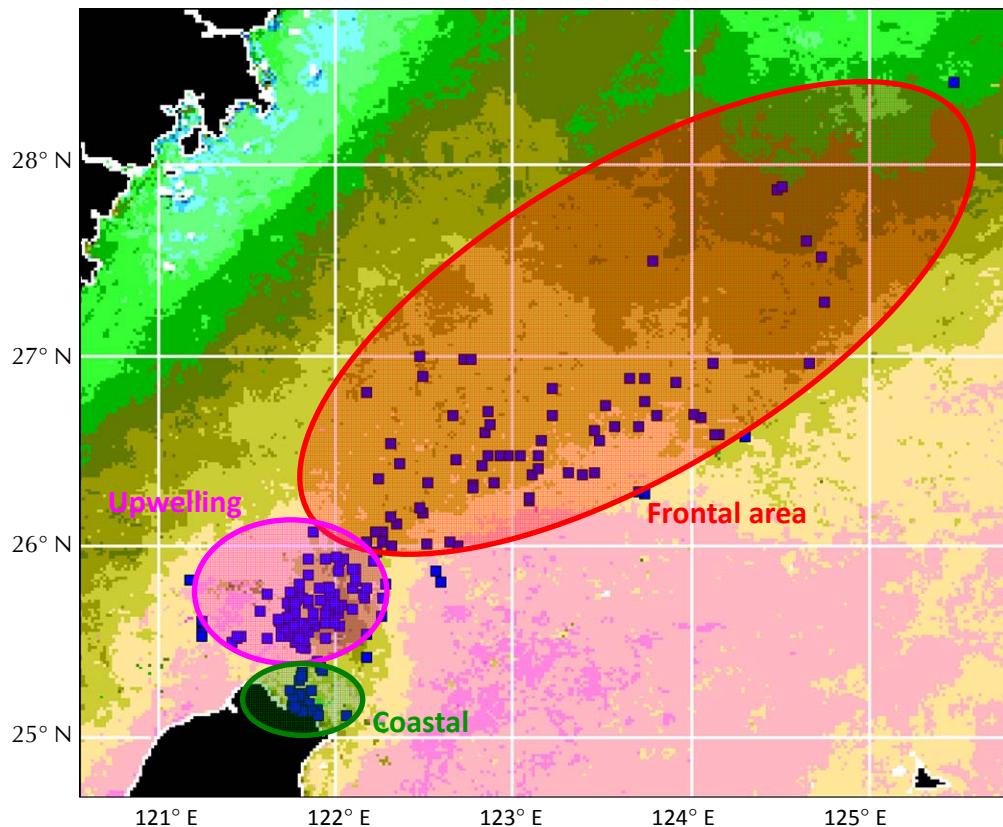


Fig. 2 Schematic diagram depicting the coastal, upwelling, and frontal areas of *U. (P.) edulis* in the waters off north Taiwan. Dots indicate sampling sites. (Image source: Department of Environmental Biology and Fisheries Science, National Taiwan Ocean University).

五、統計分析

本研究利用概似比率檢定法 (Likelihood ratio test) 來檢定雌、雄鎖管之 BW-ML 關係式是否具有差異 (Cerrato, 1990), 並以卡方檢定 (Chi-square test) 檢定鎖管之性比是否為 1:1。Student's *t*-test 與 Mann-Whitney test (又稱 U test) 用來檢定雌、雄鎖管 ML 是否相同。單向變方分析 (one-way ANOVA) 與 Kruskal-Wallis 單向等級變方分析法用來檢定三海域鎖管 ML 是否相同。所有的統計分析以 S-plus 8.0 或 SAS 9.0 (Statistic Analysis System) 統計軟體來運算。

結 果

一、鎖管物種組成

由鎖管之外部形態與腕部吸盤角質環鑑定其

物種別, 結果顯示除了劍尖槍鎖管外, 另有臺灣鎖管 (*U. (P.) chinensis*) 與杜氏槍鎖管 (*U. (P.) duvacelii*)。臺灣鎖管與杜氏槍鎖管分別有 41、53 尾, 佔總樣本的千分之二不到, 因此本研究未進一步探討物種別組成。

二、族群結構

本研究所採集的樣本總共有雄鎖管 13,502 尾、雌鎖管 10,901 尾及 1,745 尾無法辨識性別的鎖管。鎖管的性比 (M/F) 為 1.24:1, 經卡方檢定結果有顯著差異 ($p < 0.001$)。雄鎖管的平均 ML 是 91 mm (範圍為 41 ~ 405 mm), 雌鎖管的平均 ML 是 92 mm (範圍為 41 ~ 316 mm) (Table 1)。雌、雄鎖管之 ML-BW 關係式 (Fig. 3), 經概似比率檢定法檢定雌、雄鎖管間迴歸關係有顯著差異 ($p < 0.001$)。雄鎖管最大為 405 mm, 而雌鎖管為 316 mm。雌、雄鎖管的月別平均 ML 顯示, 1 ~ 4 月間,

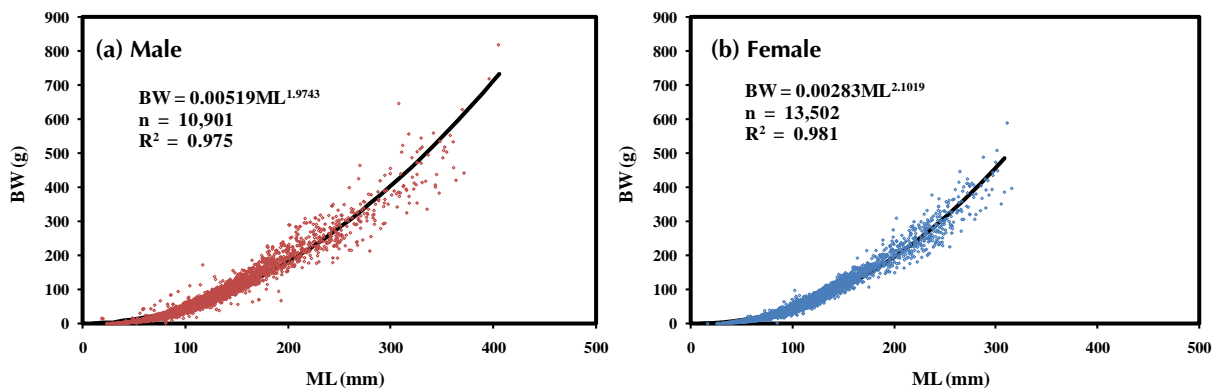


Fig. 3 Relationships of mantle length (ML) and body weight (BW) for male (a) and female (b) *U. (P.) edulis*.

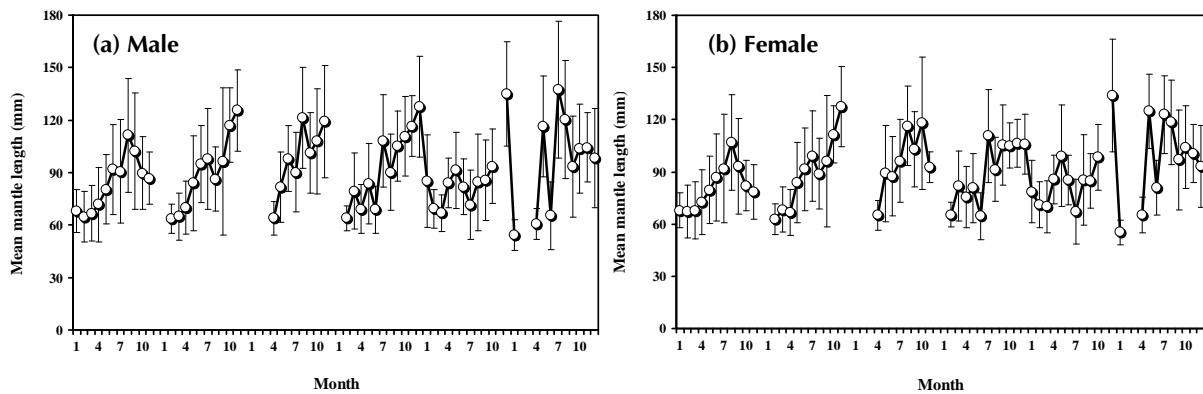


Fig. 4 Monthly mantle length variation of *U. (P.) edulis* in the waters off north Taiwan in 2003-2008. Vertical bars represent one standard deviation.

雌、雄鎖管的 ML 範圍在 54 ~ 86 mm，比其他月份小 (Fig. 4)；5 ~ 8 月時，雌、雄鎖管 ML 範圍在 64 ~ 137 mm；9 月之後，鎖管 ML 有年間的變動情形，如 2003 年與 2008 年時，平均 ML 逐漸降低，而在 2004 年與 2006 年時，平均 ML 則逐漸增加。

三、生殖期

2003 ~ 2008 年間，各月別 GSI 值與性成熟鎖管的組成如 Figs. 5 ~ 6 所示。雄鎖管在每年 3 ~ 4 月及 10 ~ 12 月有較高的 GSI 值，而雌鎖管在每年 3 ~ 5 月及 10 ~ 12 月有較高的 GSI 值。性成熟鎖管組成的月別變動與 GSI 值的變動相似。雖然雌鎖管的成熟比例比雄鎖管少，但雌、雄鎖管較高的 GSI 值 (峰度) 均以每年的 3 ~ 5 月與 10 ~ 12 月最高。另外，性成熟的雌、雄鎖管在每個月均有出現的情形，顯示該物種可能終年均有產卵。

四、不同海域的鎖管生物特徵

(一) ML 頻度分布

比較相同海域內之雌、雄鎖管平均 ML，結果顯示各月別 (除 5 月外) 雌、雄鎖管平均 ML 無顯著差異 (Table 3)。5 月各海域的雌、雄鎖管平均 ML 有顯著差異。另外在 11 ~ 12 月時，湧昇海域的雄鎖管均較雌鎖管大 10 mm 以上 ($p < 0.001$)。

Figures 7 ~ 8 為歷年 1 ~ 12 月在三海域所採樣的雌、雄及未知性別 (stage 0) 的鎖管 ML 頻度分布圖。1 月時，沿岸海域的鎖管平均 ML (63 mm) 與湧昇海域鎖管平均 ML (80 mm) 有顯著差異 ($p < 0.001$)，然而在 2 ~ 3 月時，湧昇海域的鎖管平均 ML (67 mm) 小於沿岸海域的鎖管平均 ML (73 mm) ($p < 0.02$)。鋒面海域在該時期則無樣本。

4 ~ 5 月時，沿岸海域與鋒面海域的幼生大量出現，而 5 月時，沿岸海域與湧昇海域的雌、雄鎖管平均 ML 均較 1 ~ 4 月時大；6 ~ 9 月時，ML

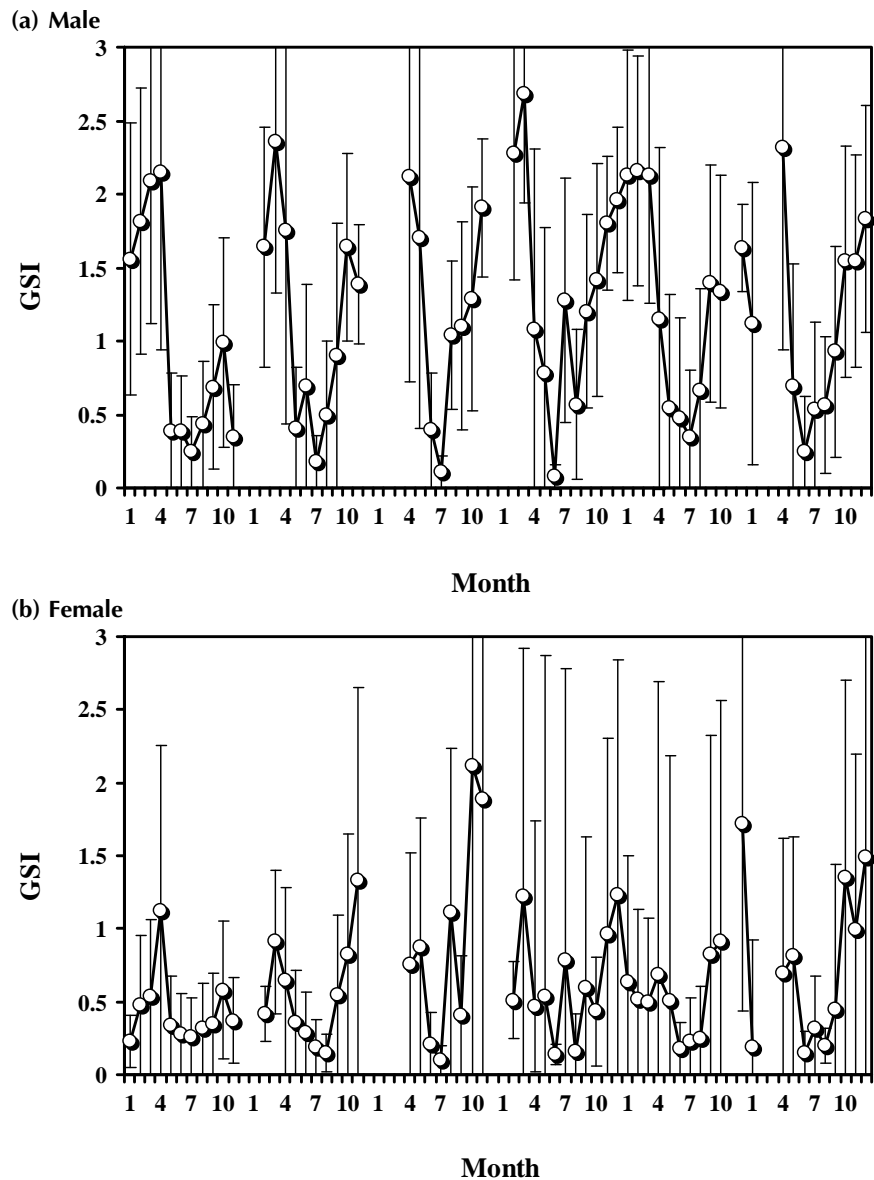


Fig. 5 Monthly variation of gonadosomatic index (GSI) of male (a) and female (b) *U. (P.) edulis* in the waters off north Taiwan. Vertical bars represent one standard deviation.

頻度分布較廣泛 (20 ~ 200 mm)，雌、雄鎖管平均 ML 皆達 82 mm 以上，而沿岸或湧昇海域的鎖管，其平均 ML (98 mm) 大於鋒面海域的鎖管群 (90 mm)，但幼生仍以沿岸及鋒面海域較多；10 ~ 12 月時，鋒面海域的鎖管群之平均 ML (88 mm) 小於沿岸海域與湧昇海域之鎖管 (102 mm)，雖然有些結果沒有達到顯著水準 (Table 4)，且未成熟的幼生已較少出現。然而在 12 月時，湧昇海域的鎖管群 ML (111 mm) 顯著大於沿岸海域的鎖管群 (83 mm)。綜上所述，雌、雄鎖管在鋒面海域的平均 ML 為各海域最小。

(二) 性成熟頻度分布

Figures 9 ~ 10 為各月雌、雄鎖管在沿岸海域、湧昇海域及鋒面海域之性成熟階段頻度分布圖。雌鎖管，除了 10 月以 stage II ~ III 為主外，其他月份在沿岸海域是以 stage I 居多。而各月份 stage IV 的鎖管，所佔比例均不高。在湧昇海域，各月份以 stage I 為主 (除了 12 月)。然而除 1 ~ 3 月外，其餘月份均有 stage IV 的雌鎖管出現，其中以 4 ~ 5、7、9 ~ 12 月的個體較多。在鋒面海域，stage I 鎖管的出現頻度，在 4、6 ~ 8、10 ~ 11 月明顯高於沿岸海域與湧昇海域，而 stage IV 的鎖管出現於 9 ~ 11 月。上述結果顯示，各海域主要是以 stage I

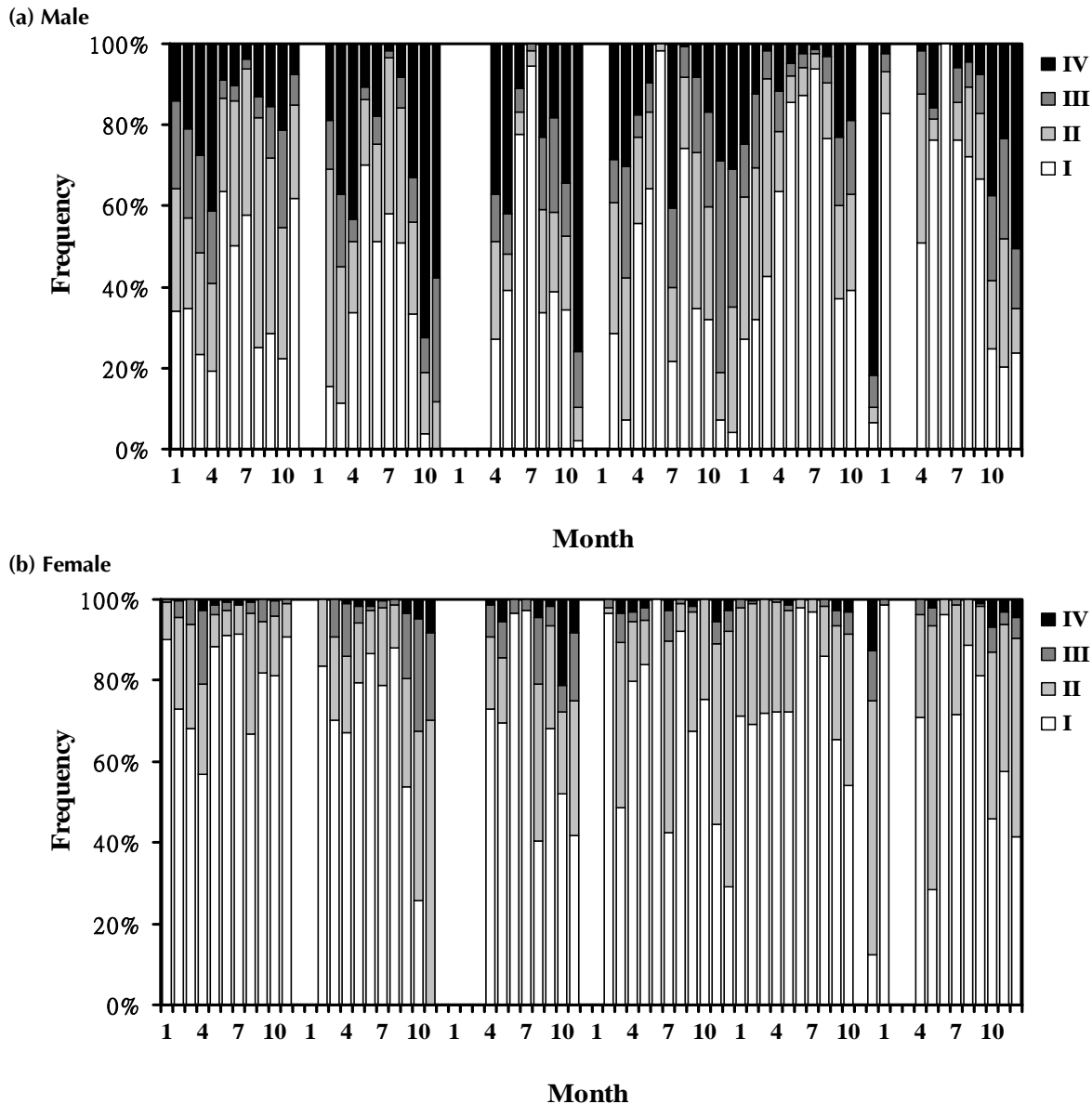


Fig. 6 Monthly composition of sexual maturity stages of (a) males and (b) females *U. (P.) edulis* in the waters off north Taiwan.

的鎖管居多，然而 stage IV 的鎖管則出現在沿岸海域的 10 與 12 月、湧昇海域的 4 ~ 5 與 9 ~ 12 月、鋒面海域的 9 ~ 11 月。

雄鎖管，各月份沿岸海域的優勢成熟階段是以 stage I 為主，1、5 ~ 9、12 月的出現頻度較高 (> 20%)，而 stage IV 的鎖管在各月份有被捕獲的情形，以 4、10 及 12 月為較高 (< 25%)。在湧昇海域，1 ~ 4 月時，各成熟階段的頻度分布變動不大，均有 10% 以上的比例被捕獲。6 ~ 9 月時，以 stage I 的鎖管為優勢族群 (24%)。10 ~ 12 月時，以 stage IV 的鎖管為優勢族群 (29%)，以 stage I

最少 (8%)。在鋒面海域，各月份均以 stage I 的鎖管為優勢族群 (> 18%)。在 9 月時，stage IV 的鎖管有 15% 的捕獲量，其餘月份均未超過 10%。綜上所述，雄鎖管的成熟階段變化是有季節性及區域性的，在沿岸與湧昇海域 3 ~ 5 月及 10 ~ 12 月以 stage IV 的鎖管為主，而 6 ~ 9 月以 stage I 的鎖管為主；在鋒面海域 9 ~ 10 月以 stage IV 鎖管為主，其餘月份均是以 stage I 為優勢族群。另一方面，stage 0 主要出現在各海域的 4 ~ 9 月，並以沿岸海域與鋒面海域較多。

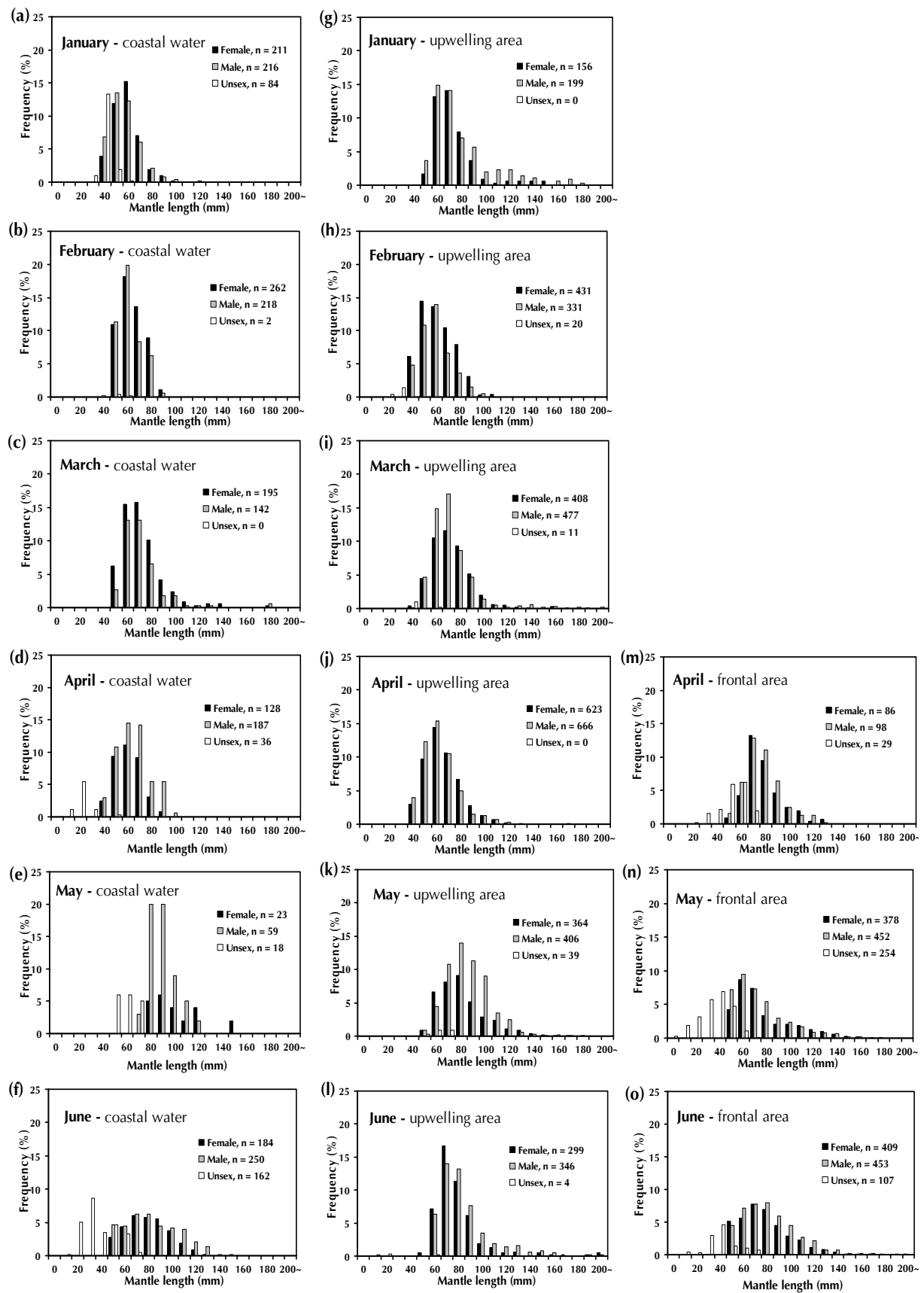


Fig. 7 Composition of mantle length by sex of *U. (P.) edulis* caught in the coastal area (a) ~ (f), upwelling area (g) ~ (l), and frontal area (m) ~ (o) during January to June.

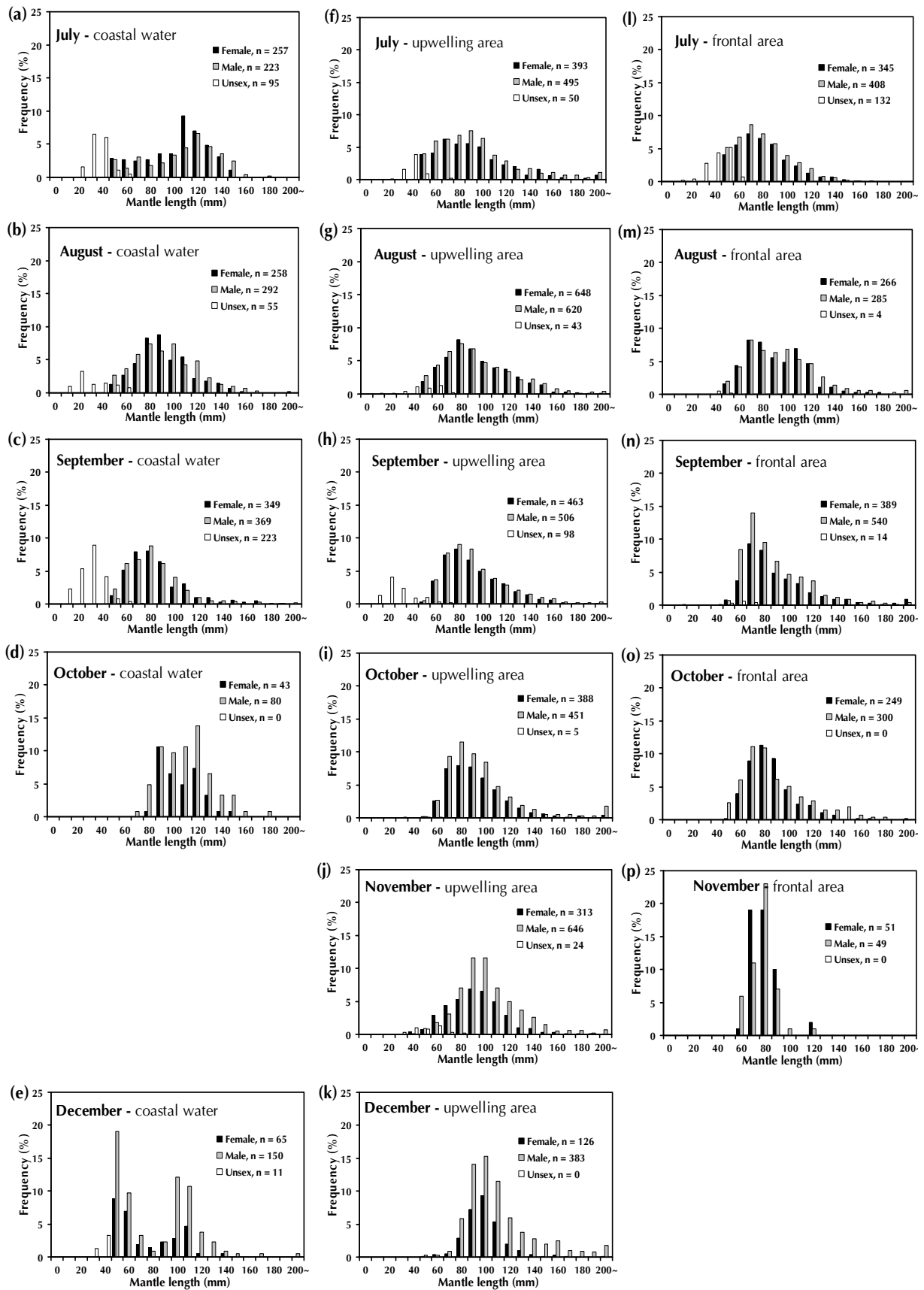


Fig. 8 Composition of mantle length by sex of *U. (P.) edulis* caught in the coastal area (a) ~ (f), upwelling area (g) ~ (l), and frontal area (m) ~ (o) during July to December.

Table 3 Monthly mean mantle length, as shown by three hydrographic area, of the female and male *U. (P.) edulis* in the waters off north Taiwan

Month	Area	Mean \pm SD		Kolmogorov-Smirnov		Mean \pm SD		Kolmogorov-Smirnov		Bartlett's test		Difference between sexes		
		Female	ks - value	p - value	Male	ks - value	p - value	chi - square	p - value	Z - value	t - value	p - value		
January														
	coastal water	63.7 \pm 10.9	0.0635	0.038	62.3 \pm 12.8	0.067	0.012	5.27	0.022	1.671			0.095	
	upwelling area	78.7 \pm 17.8	0.1645	< 0.001	85.0 \pm 26.4	0.167	< 0.001	25.28	< 0.001	1.411			0.158	
February														
	coastal water	69.8 \pm 10.3	0.0772	< 0.001	67.5 \pm 9.7	0.1	< 0.001	0.72	0.397	2.485			0.013	
	upwelling area	66.6 \pm 14.9	0.0635	< 0.001	64.3 \pm 13.2	0.066	< 0.001	5.75	0.016	1.84			0.066	
March														
	coastal water	76.7 \pm 18.4	0.1244	< 0.001	75.6 \pm 20.0	0.151	< 0.001	1.12	0.289	0.548			0.584	
	upwelling area	68.7 \pm 17.8	0.0835	< 0.001	68.6 \pm 20.6	0.154	< 0.001	9.68	0.002	1.308			0.191	
April														
	coastal water	65.9 \pm 11.6	0.0483	0.5	69.2 \pm 14.3	0.055	0.5	6.23	0.013	1.902			0.057	
	upwelling area	70.5 \pm 15.1	0.0706	< 0.001	68.5 \pm 15.7	0.093	< 0.001	1.14	0.285	3.193			0.002	
	frontal area	83.6 \pm 16.3	0.0966	< 0.001	83.2 \pm 15.1	0.078	0.004	1.13	0.288	0.182			0.856	
May														
	coastal water	107.0 \pm 19.2	0.134	0.5	95.1 \pm 11.9	0.11	0.0757	8.01	0.005	2.627			0.009	
	upwelling area	87.2 \pm 20.2	0.1045	< 0.001	91.7 \pm 18.1	0.058	< 0.001	5.53	0.019	4.737			< 0.001	
	frontal area	81.4 \pm 25.8	0.1513	< 0.001	78.8 \pm 24.7	0.114	< 0.001	1.72	0.189	2.01			0.045	
June														
	coastal water	84.4 \pm 18.9	0.0471	0.5	86.1 \pm 24.5	0.058	0.0559	13.4	< 0.001	0.423			0.672	
	upwelling area	85.3 \pm 23.7	0.1841	< 0.001	89.8 \pm 23.1	0.168	< 0.001	0.19	0.659	3.354			< 0.001	
	frontal area	82.4 \pm 24.1	0.0729	< 0.001	83.6 \pm 25.8	0.067	< 0.001	3.39	0.066	0.866			0.387	
July														
	coastal water	103.9 \pm 30.5	0.1315	< 0.001	107.4 \pm 34.1	0.121	< 0.001	2.85	0.091	1.572			0.116	
	upwelling area	96.3 \pm 33.8	0.0847	< 0.001	99.3 \pm 37.8	0.11	< 0.001	7.31	0.007	1.031			0.303	
	frontal area	85.3 \pm 24.0	0.0608	< 0.001	84.1 \pm 24.7	0.068	< 0.001	0.61	0.435	1.223			0.221	
August														
	coastal water	98.0 \pm 23.9	0.0899	< 0.001	98.5 \pm 26.0	0.051	0.0646	2.01	0.157	0.137			0.891	
	upwelling area	98.4 \pm 27.7	0.0684	< 0.001	100.0 \pm 32.0	0.09	< 0.001	20	< 0.001	0.013			0.99	
	frontal area	96.7 \pm 25.3	0.0873	< 0.001	101.2 \pm 31.1	0.07	< 0.001	13.39	< 0.001	1.4			0.162	
September														
	coastal water	90.4 \pm 24.6	0.109	< 0.001	87.2 \pm 25.4	0.098	< 0.001	0.46	0.498	1.862			0.063	
	upwelling area	95.9 \pm 26.9	0.0799	< 0.001	98.5 \pm 28.4	0.112	< 0.001	2.66	0.103	1.189			0.235	
	frontal area	98.2 \pm 34.5	0.1443	< 0.001	93.7 \pm 27.6	0.13	< 0.001	37.83	< 0.001	2.466			0.014	
October														
	coastal water	111.4 \pm 16.4	0.1012	0.5	117.1 \pm 21.3	0.097	0.0583	3.48	0.062		1.518		0.132	
	upwelling area	98.5 \pm 25.8	0.0894	< 0.001	102.9 \pm 34.3	0.155	< 0.001	110.82	< 0.001	1.125			0.22	
	frontal area	91.9 \pm 21.0	0.1204	< 0.001	94.7 \pm 27.3	0.134	< 0.001	18.19	< 0.001	0.02			0.984	
November														
	upwelling area	98.7 \pm 23.1	0.0376	0.044	109.0 \pm 28.3	0.103	< 0.001	28.11	< 0.001	6.742			< 0.001	
	frontal area	84.2 \pm 10.6	0.1431	0.011	82.9 \pm 10.9	0.123	0.063	0.02	0.887	0.255			0.799	
December														
	coastal water	79.4 \pm 24.6	0.2189	< 0.001	86.9 \pm 32.2	0.181	< 0.001	5.99	0.014	1.009			0.313	
	upwelling area	104.3 \pm 18.5	0.0831	< 0.001	116.8 \pm 29.8	0.153	< 0.001	85.61	< 0.001	5.488			< 0.001	

Z - value : Mann-Whitney test, t - value : Student's t - test

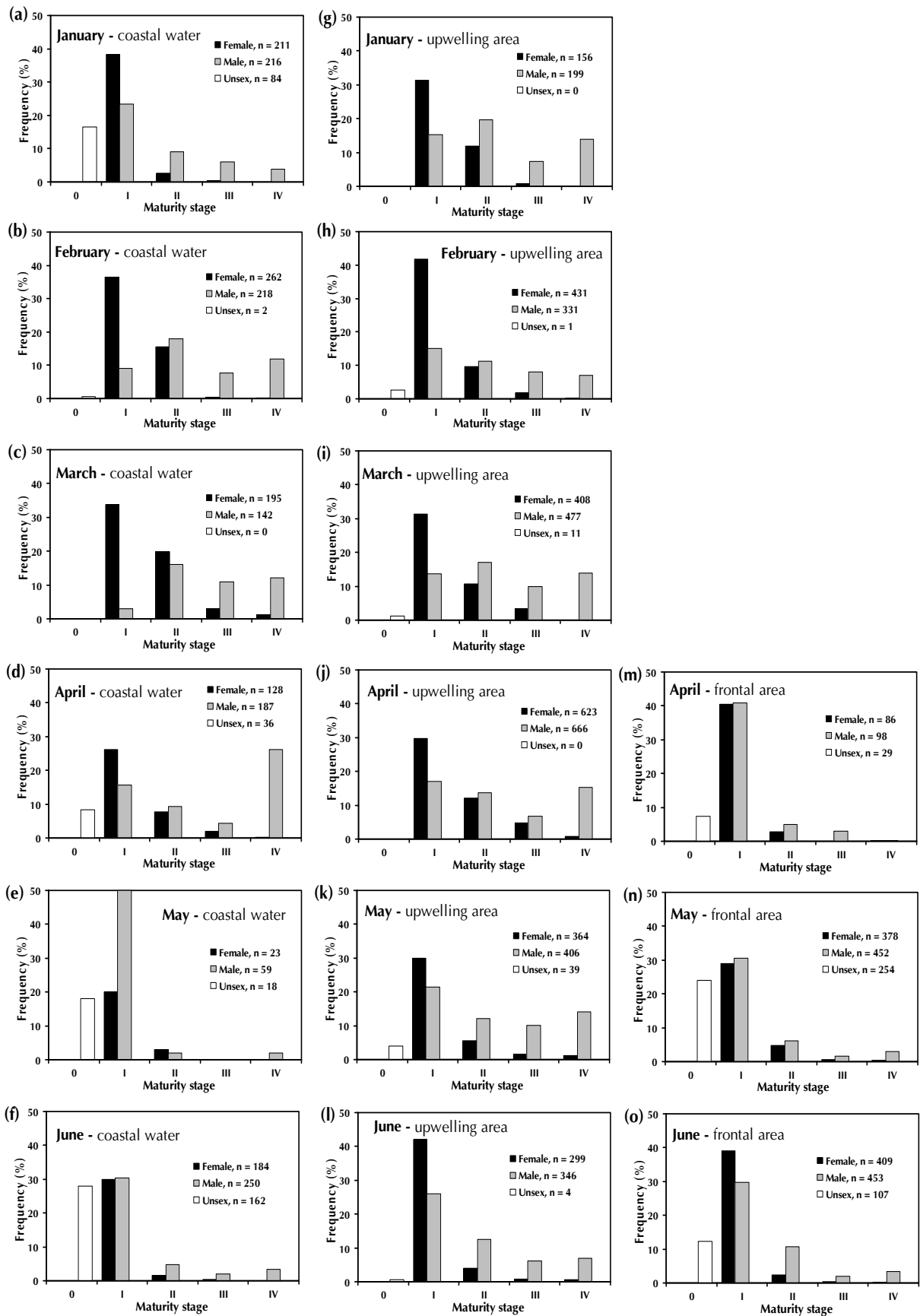


Fig. 9 Composition of maturity stages by sex of *U. (P.) edulis* caught in the coastal area (a) ~ (f), upwelling area (g) ~ (l), and frontal area (m) ~ (o) during January to June.

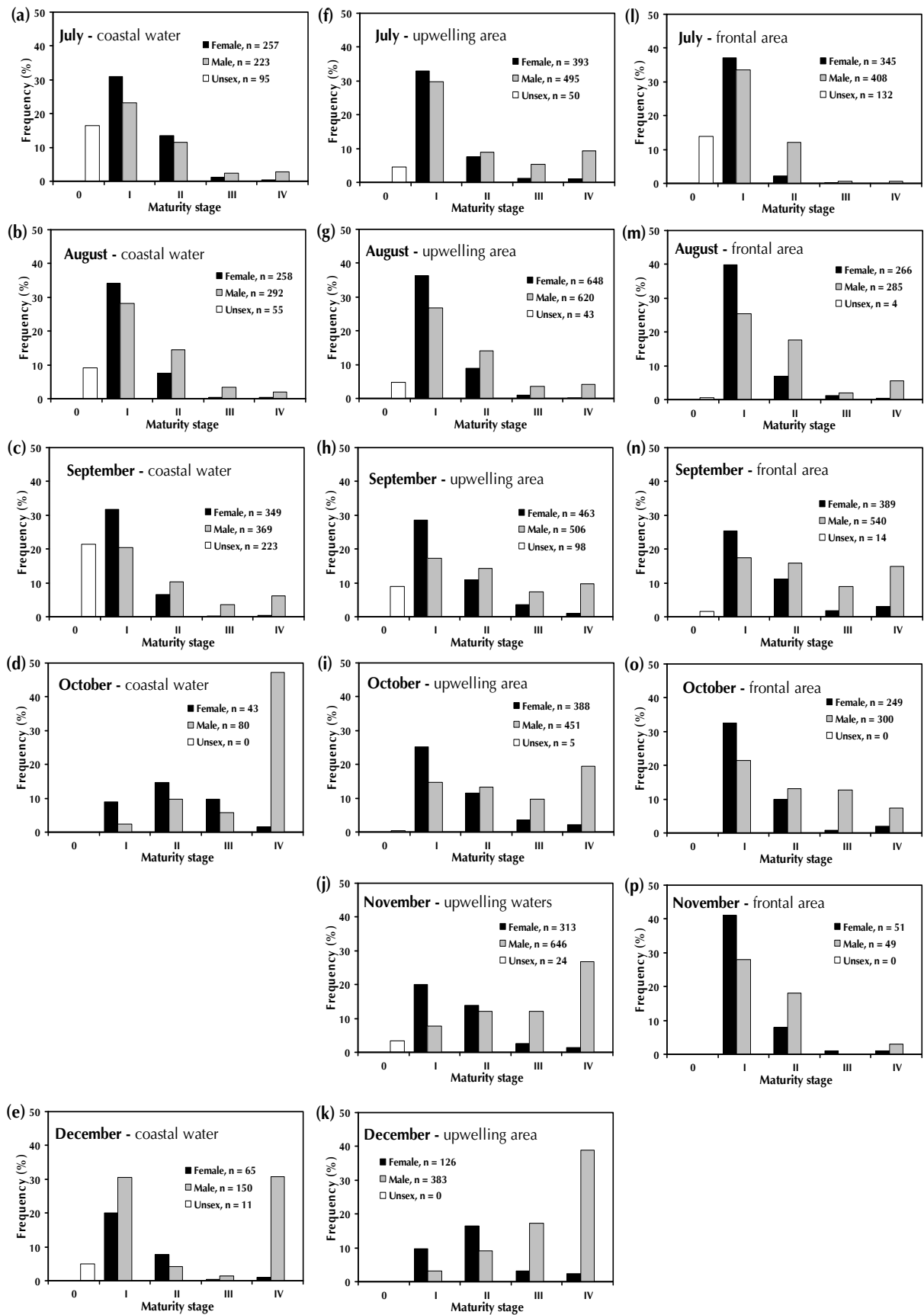


Fig. 10 Composition of maturity stages by sex of *U. (P.) edulis* caught in the coastal area (a) ~ (f), upwelling area (g) ~ (l), and frontal area (m) ~ (o) during July to December.

Table 4 The comparison of mean mantle length at the coastal, upwelling, and frontal areas of the female and male *U. (P.) edulis* in the waters off north Taiwan

Month	Mean \pm SD			Bartlett's test		Difference between areas			Sort ML by areas		
	coastal water	upwelling area	frontal area	chi-square	p-value	H-value	Z-value	p-value	coastal water	upwelling area	frontal area
Female											
January	63.7 \pm 10.9	78.7 \pm 17.8		42.82	< 0.001		9.651	< 0.001	b	a	
February	69.8 \pm 10.3	66.6 \pm 14.9		39.81	< 0.001		2.4854	< 0.02	a	b	
March	76.7 \pm 18.4	68.7 \pm 17.8		0.33	0.563		5.857	< 0.001	a	b	
April	65.9 \pm 11.6	70.5 \pm 15.1	83.6 \pm 16.3	16.35	< 0.001	120.579		< 0.001	c	b	a
May	107.0 \pm 19.2	87.2 \pm 20.2	81.4 \pm 25.8	29.42	< 0.001	66.491		< 0.001	a	b	c
June	84.4 \pm 18.9	85.3 \pm 23.7	82.4 \pm 24.1	15.41	< 0.001	5.419		0.14	a	a	a
July	103.9 \pm 30.5	96.3 \pm 33.8	85.3 \pm 24.0	78.52	< 0.001	97.205		< 0.001	a	b	c
August	98.0 \pm 23.9	98.4 \pm 27.7	96.7 \pm 25.3	9.87	0.007	1.156		0.561	a	a	a
September	90.4 \pm 24.6	95.9 \pm 26.9	98.2 \pm 34.5	71.51	< 0.001	18.309		< 0.001	b	a	a
October	111.4 \pm 16.4	98.5 \pm 25.8	91.9 \pm 21.0	27.11	< 0.001	40.67		< 0.001	a	b	c
November		98.7 \pm 23.1	84.2 \pm 10.6	36.78	< 0.001		5.212	< 0.001		a	b
December	79.4 \pm 24.6	104.3 \pm 18.5		9.65	0.002		6.546	< 0.001	b	a	
Male											
January	62.3 \pm 12.8	85.0 \pm 26.4		100.98	< 0.001		11.214	< 0.001	b	a	
February	67.5 \pm 9.7	64.3 \pm 13.2		22.89	< 0.001		3.369	< 0.001	a	b	
March	75.6 \pm 20.0	68.6 \pm 20.6		0.16	0.683		6.135	< 0.001	a	b	
April	69.2 \pm 14.3	68.5 \pm 15.7	83.2 \pm 15.1	2.65	0.265	146.944		< 0.001	a	a	b
May	95.1 \pm 11.9	91.7 \pm 18.1	78.8 \pm 24.7	92.13	< 0.001	213.432		< 0.001	a	a	b
June	86.1 \pm 24.5	89.8 \pm 23.1	83.6 \pm 25.8	5.62	0.06	15.079		< 0.001	b	a	b
July	107.4 \pm 34.1	99.3 \pm 37.8	84.1 \pm 24.7	148.62	< 0.001	132.932		< 0.001	a	b	c
August	98.5 \pm 26.0	100.0 \pm 32.0	101.2 \pm 31.1	17.81	< 0.001	0.755		0.686	a	a	a
September	87.2 \pm 25.4	98.5 \pm 28.4	93.7 \pm 27.6	6.65	0.036	60.556		< 0.001	c	a	b
October	117.1 \pm 21.3	102.9 \pm 34.3	94.7 \pm 27.3	47.41	< 0.001	69.319		< 0.001	a	b	c
November		109.0 \pm 28.3	82.9 \pm 10.9	49.74	< 0.001		8.182	< 0.001		a	b
December	86.9 \pm 32.2	116.8 \pm 29.8		1.52	0.217		8.639	< 0.001	b	a	

H - value : Kruskal-Wallis test, Z - value : Mann-Whitney test
 ML: a > b > c

討 論

本研究以燈光誘集鎖管的棒受網漁船，對棲息於東海陸棚海域的劍尖槍鎖管進行為期六年的採樣。在 1 ~ 3 月及 12 月間，主要捕獲海域為臺

灣北部沿岸海域附近，鋒面海域則無鎖管樣本，可能因為該時期的鎖管已從鋒面海域洄游至沿岸海域。

在研究期間，各月均有成熟的雄性鎖管出現，顯示劍尖槍鎖管的生殖型態符合 Coelho *et al.* (1994) 對 *Loligo vulgaris* 所提出的生物特性，認為

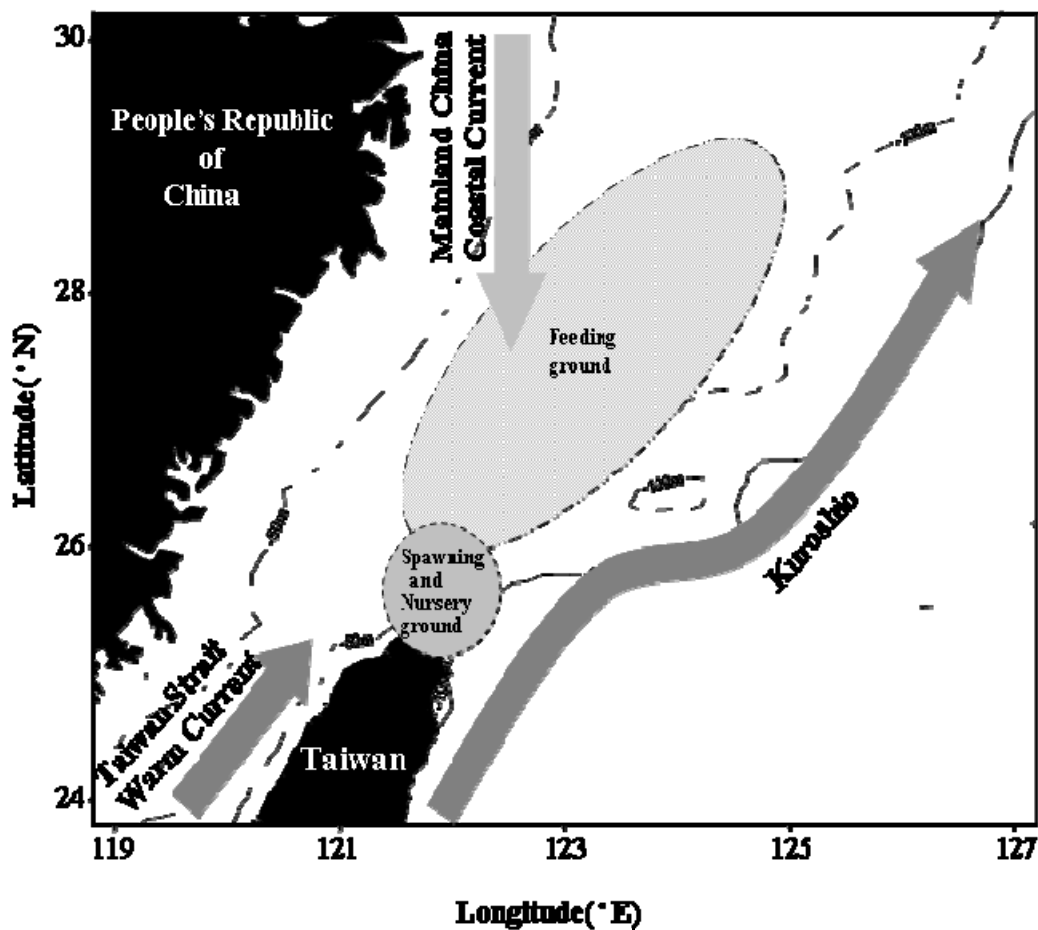


Fig. 11 Schematic diagram depicting the feeding, spawning, and nursery grounds of the *U. (P.) edulis* and oceanic currents in the shelf waters off northeastern Taiwan (modified from Wang *et al.*, 2008).

這是鎖管物種為了保有成熟的雌性鎖管能在任何時期與成熟的雄性鎖管進行交配而產生下一代所進行的族群繁殖策略。在其他的鎖管種類上，終年也有成熟的雄鎖管被發現，如棲息於南非沿岸海域的 *Loligo vulgaris reynaudii* (Olyott *et al.*, 2006)、蘇格蘭海域的 *Loligo forbesi* (Pierce *et al.*, 1994)、西班牙沿岸海域的 *Loligo vulgaris* (Guerra and Rocha, 1994)、福克蘭群島海域的 *Doryteuthis (Amerigo) gahi* (Hatfield, 1996)、墨西哥灣的 *Lolliguncula (Lolliguncula) brevis* (Jackson *et al.*, 1997)、南加利福尼亞海域的 *Loligo opalescens* (Jackson and Domeier, 2003)。

除了每個月均有成熟的雌鎖管出現（冬季較少些）外，Wang *et al.* (2010) 以研磨平衡石獲得鎖管年齡，進一步反推孵化期所得結果顯示，該物種終年均有孵化。本研究從各月別三海域的採樣

結果顯示，ML 較小的鎖管個體經常被捕獲到，使 ML 頻度呈現廣泛的分布，亦符合由平衡石所得結果。惟在冬季時，ML 頻度分布範圍會較小，可能是經歷較冷的環境，所以成長較緩慢所致，這種相似的現象也在其他的管魷類被報告過 (Myopsida: Guerra and Rocha, 1994; Oegopsida: Tafur *et al.*, 2001)。

月別 GSI 值與性成熟個體百分比結果指出在臺灣北部海域劍尖槍鎖管有兩個主要的產卵季，分別是春季與秋季。雖然在 2006 ~ 2008 年間，12 月有生殖腺豐滿情形，但所採集的時間為 12 月初期，且天候及海況等因素，常致使漁獲量不佳，因此主要的產卵群體應該是以 10 ~ 11 月為主。閉眼亞目類產卵後即死亡的特性 (董, 1991; 吳和曾, 2008) 說明兩個產卵季亦即代表有兩個產卵群 (春、秋產卵群) 的出現。

臺灣北部海域有黑潮暖水與大陸沿岸冷水的交匯，加上地形的影響，使得該海域具有較高的基礎生產力 (蘇, 2009)，餌料生物的豐饒也造就了適合劍尖槍鎖管棲息的环境。本研究依水文性質將海域分為三區：沿岸海域、湧昇海域及鋒面海域。由鎖管的 ML 及成熟階段組成結果，顯示春、秋兩產卵期時，多數已成熟的雌、雄鎖管出現在沿岸海域及湧昇海域，此時鋒面海域以未成熟鎖管為優勢族群，亦即沿岸海域及湧昇海域為劍尖槍鎖管可能之產卵場。然而由於這些海域水深多超過 50 m，無法潛水尋找鎖管群所產下的卵叢，以獲得直接證據，但本研究顯示沿岸海域及湧昇海域在任何時期均比其他海域有較多的已成熟鎖管存在而可能為鎖管之產卵場，Cushing (1990) 所提出的 match/mismatch 理論，說明親魚會把卵產在富有餌料生物的海域，使孵化後的幼生能及時攝食，這或許也說明了為何臺灣北部沿岸海域與湧昇海域為鎖管之產卵場範圍之一。此外，謝 (2005) 報告臺灣北部沿近海域終年均有槍鎖管科 (Loliginidae) 之幼生出現，雖然其研究未鑑定所採得的幼生為何種類，但因本海域的鎖管種類豐度以劍尖槍鎖管為最多 (韓, 1998; 丁和宋, 2001; 宋等, 2008b)，或可推論應為劍尖槍鎖管之幼生，惟仍須對幼生之分佈加以調查。

鋒面海域經常捕獲到體型小且未成熟的鎖管，在產卵期時，情況依舊如此，因此可推論鋒面海域或許是鎖管進行索餌成長洄游的海域。1 ~ 3 月時，鎖管只分布於沿岸及湧昇海域，其平均 ML 是各月份最小的，此時受到東北季風影響，不利鎖管洄游至鋒面海域進行索餌成長，使鎖管在該海域進行育成行為，其後則洄游至鋒面海域索餌成長。鎖管的生活史階段 (如攝食、生殖等) 適合於不同海洋環境 (Boyle and Rodhouse, 2005)，所表現出來的生物特徵 (如個體大小、性成熟發育) 在本研究已明顯的呈現，其它管魷類如皮氏槍鎖管 (*Loligo pealeii*) (Macy and Brodziak, 2001)、美洲大赤魷 (*Dosidicus gigas*) (Ibáñez and Cubillos, 2007) 也發現在不同的海域、季節有明顯的生物特徵。

短生命週期且成長快速的管魷類，在生物資源量及分布上容易受到海洋環境的影響而改變 (Arkhipkin *et al.*, 2004; Ichii *et al.*, 2004)，雖然本研

究認為沿岸海域與湧昇海域是為劍尖槍鎖管的育成場兼產卵場，而鋒面海域為鎖管之索餌場 (Fig. 11)，但產卵場範圍也易受環境影響而改變 (Sakurai *et al.*, 2000; Tafur *et al.*, 2001)。受限於樣本數，本研究整合 2003 ~ 2008 年資料，而忽略年間的產卵場範圍變動，以致無法在各月別呈現三海域的鎖管生物特徵，例如 9 月產卵期時，最高的成熟鎖管頻度是出現在鋒面海域，而非沿岸海域或湧昇海域 (產卵場)。由於鎖管的產卵場範圍劃定極不容易，因此進一步針對沿岸海域、湧昇海域或鋒面海域的進行採樣，或為區別鎖管產卵場範圍的重要工作之一。

參考文獻

- 丁天明, 宋海棠 (2001) 東海中北部海區頭足類資源量的評估. 水產學報, 25(3): 215-221.
- 李國添 (2004) 氣候變遷對沿近海漁業之影響. 行政院農業委員會漁業署九十三年度試驗研究計畫研究報告, 48pp.
- 宋海棠, 丁天明, 徐開達 (2008a) 東海劍尖槍烏賊的數量分布和生長特性研究. 浙江海洋學院學報, 27(2): 115-118.
- 宋海棠, 丁天明, 徐開達 (2008b) 東海頭足類的數量分布與可持續利用. 中國海洋大學學報, 38(6): 911-915.
- 宋萬先 (1987) 1984 年 6-7 月東海黑潮及其鄰近海域的水文特徵. 黑潮調查研究論文集, 海洋出版社, 99-117.
- 呂學榮 (2001) 東北部海域船釣活動時空分佈及對象魚類豐度評估之研究. 行政院農業委員會漁業署九十年試驗研究計畫研究報告, 45pp.
- 吳全橙, 曾福生 (2008) 劍尖槍烏賊的胚胎發育及其幼體觀察. 水產研究, 16(1): 55-64.
- 沈長春, 蘇新紅, 洪明進 (2008) 閩東漁場光誘魷魚敷網漁業現況及其主要漁獲品種生物學特徵. 2008 年臺灣海峽漁業資源共同養護管理研討會, 33-39.
- 淺野謙治, 依田真里 (2007) ケンサキイカ日本海・東シナ海系群の資源評価. 平成 20 年度魚種別系群別資源評価, 1485-1497.
- 陳新軍, 劉必林, 王堯耕 (2009) 世界頭足類. 海洋出版社, 714 pp.
- 張秋華, 程家驊, 徐漢祥, 沈新強, 俞國平, 鄭元甲 (2007) 東海區漁業資源及其可持續利用. 復旦大學出版社, 730 pp.
- 董正之 (1991) 世界大洋經濟頭足類生物學. 山東科學技術出版社, 275 pp.

- 漁業署 (1959-2008) 中華民國臺灣地區漁業年報. 行政院農業委員會漁業署, 台北.
- 廖正信 (2000) 臺灣東北部海域聲光遙測資料結構特性之模糊劃分及其應用之一例. 國立臺灣海洋大學環境生物與漁業科學系博士學位論文, 173 pp.
- 歐瑞木 (1983) 中國槍烏賊性腺成熟度分期的初步研究. 海洋科學, 1: 44-46.
- 鄭元甲, 凌建忠, 嚴利平, 周金官, 沈錦松 (1999) 東海區頭足類資源現狀與合理利用的探討. 中國水產科學, 6(2): 52-56.
- 謝豐任 (2005) 臺灣地區週邊水域魷仔魚漁業混獲特性之研究. 國立臺灣海洋大學環境生物與漁業科學系碩士學位論文, 93 pp.
- 韓臺偉 (1998) 臺灣東北部海域鎖管漁海況變動特性之研究. 國立臺灣海洋大學漁業研究所碩士學位論文, 84 pp.
- 蘇偉成 (2009) 2008 年臺灣周邊海域漁場環境監測航次報告. 行政院農業委員會水產試驗所, 42 pp.
- Arkhipkin, A. I., D. A. J. Middleton, A. M. Sirota and R. Grzebielec (2004) The effect of Falkland Current inflows on offshore ontogenetic migrations of the squid *Loligo gahi* on the southern shelf of the Falkland Islands. Estuar. Coast. Shelf Sci., 60: 11-22.
- Boyle, P. R. and P. G. Rodhouse (2005) Cephalopods: Ecology and Fisheries. Blackwell, Oxford, 452 pp.
- 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.
- Coelho, M. L., J. Quintela, V. Bettencourt, G. Olavo and H. Villa (1994) Population structure, maturation patterns and fecundity of the squid *Loligo vulgaris* from southern Portugal. Fish. Res., 21: 87-102.
- Cushing, D. H. (1990) Plankton production and year-class strength in fish populations: an update of the match/mismatch hypothesis. Adv. Mar. Biol., 26: 250-293.
- Gong, G. C., C. Z. Shyu, W. H. Shin and K. K. Liu (1992) Temperature fluctuation of the water off northern Taiwan: June-December, 1990. Acta Oceanogr. Taiwan, 28: 118-127.
- Guerra, A. and F. Rocha (1994) The life history of *Loligo vulgaris* and *Loligo forbesi* (Cephalopoda: Loliginidae) in Galician waters (NW Spain). Fish. Res., 21: 43-70.
- Hatfield, E. M. C. (1996) Towards resolving multiple recruitment into loliginid fisheries: *Loligo gahi* in the Falkland Islands fishery. ICES J. Mar. Sci., 53: 565-575.
- Ibáñez, C. M. and L. A. Cubillos (2007) Seasonal variation in the length structure and reproductive condition of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (d'Orbigny, 1835) off central-south Chile. Scientia Marina, 71(1): 123-128.
- Ichii, T., K. Mahapatra, M. Sakai, D. Inagake and Y. Okada (2004) Differing body size between the autumn and the winter-spring cohorts of neon flying squid (*Ommastrephes bartramii*) related to the oceanographic regime in the North Pacific: a hypothesis. Fish. Oceanogr., 13(5): 295-309.
- Jackson, G. D. and M. L. Domeier (2003) The effects of an extraordinary El Niño / La Niña event on the size and growth of the squid *Loligo opalescens* off Southern California. Mar. Biol., 142: 925-935.
- Jackson, G. D., J. W. Forsythe, R. F. Hixon and R. T. Hanlon (1997) Age, growth, and maturation of *Lolliguncula brevis* (Cephalopoda: Loliginidae) in the northwestern Gulf of Mexico with a comparison of length-frequency versus statolith age analysis. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 54: 2907-2919.
- Lipinski, M. (1979) Universal maturity scale for the commercially important squids (Cephalopoda: Teuthoidea). The results of maturity classification of *Illex illecebrosus* (Le Sueur 1821) population for years 1973-1977. ICNAF. Res. Doc., 79/11/38 Ser. No. 5364.
- Macy, W. K. (1982) Development and application of an objective method for classifying long-finned squid, *Loligo pealei*, into sexual maturity stages. Fish. Bull., 80: 449-459.
- Macy, W. K. III and K. T. Brodziak (2001) Seasonal maturity and size at age of *Loligo pealeii* in waters of southern New England. ICES J. Mar. Sci., 58: 852-864.
- Natsukari, Y., T. Nakanose and K. Oda (1988) Age and growth of loliginid squid *Photololigo edulis* (Hoyle, 1885). J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 116: 177-190.
- Olyott, L. J. H., W. H. H. Sauer and A. J. Booth (2006) Spatio-temporal patterns in maturation of the chokka squid (*Loligo vulgaris reynaudii*) off the coast of South Africa. ICES J. Mar. Sci., 63: 1649-4664.
- Perez, J. A. A., D. C. Aguiar and U. C. Oliveira (2002) Biology and population dynamics of the long-finned squid *Loligo plei* (Cephalopoda: Loliginidae) in southern Brazilian waters. Fish. Res., 58: 267-279.
- Pierce, G. J., P. R. Boyle, L. C. Hastie and L. Key (1994)

- The life history of *Loligo forbesi* (Cephalopoda: Loliginidae) in Scottish waters. *Fish. Res.*, 21: 14-41.
- Sakurai, Y., H. Kiyofuji, S. Saitoh, T. Goto and Y. Hiyama (2000) Changes in inferred spawning areas of *Todarodes pacificus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) due to changing environmental conditions. *ICES J. Mar. Sci.*, 57: 24-30.
- Segar, D. A. (1998) Introduction to Ocean Sciences. Wadsworth publishing company. U.S.A. 497pp.
- Sin, Y. W., C. Yau and K. H. Chu (2009) Morphological and genetic differentiation of two loliginid squids, *Uroteuthis (Photololigo) chinensis* and *Uroteuthis (Photololigo) edulis* (Cephalopoda: Loliginidae), in Asia. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 369: 22-30.
- Tafur, R., P. Villegas, M. Rabi and C. Yamashiro (2001) Dynamics of maturation, seasonality of reproduction and spawning grounds of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) in Peruvian waters. *Fish. Res.*, 54: 33-50.
- Vovk, A. N. (1972) Methods of determining maturing stages in gonads of the squid *Loligo pealei*. *Zool. Zh.*, 51: 127-132.
- Wang, K. Y., C. H. Liao and K. T. Lee (2008) Population and maturation dynamics of the swordtip squid (*Photololigo edulis*) in the southern East China Sea. *Fish. Res.*, 90: 178-186.
- Wang, K. Y., K. T. Lee and C. H. Liao (2010) Age, growth and maturation of swordtip squid (*Photololigo edulis*) in the southern East China Sea. *J. Mar. Sci. Tech.* (in press).

Spatial and Temporal Variations in the Length Structure and Reproductive Condition of the *Uroteuthis (Photololigo) edulis* in the Southern East China Sea

Kae-Yih Wang¹, Ke-Yang Chang¹, Kuo-Tien Lee² and Cheng-Hsin Liao^{2*}

¹Marine Fisheries Division, Fisheries Research Institute

²Department of Environmental Biology and Fishery Science, National Taiwan Ocean University

ABSTRACT

Uroteuthis (Photololigo) edulis is one of the main target species of the torch-light fishery in Taiwan. The samples of *U. (P.) edulis* were collected from the southern East China Sea between 2003 and 2008. The monthly variations of Gonadosomatic index (GSI) and percentage of mature squid indicated that *U. (P.) edulis* spawned in spring (March - May) and autumn (October - December). According to hydrological characteristic of southern East China Sea (waters off north Taiwan), *U. (P.) edulis* mainly distributed in three areas: coastal, upwelling, and frontal areas. The composition of mantle length (ML) and sexual maturity stages showed that most mature individuals occurred in the coastal and upwelling areas during spring and autumn spawning period. It indicated that the coastal and upwelling areas were the spawning grounds. During January to March, *U. (P.) edulis* only occurred in the coastal and upwelling areas and the mean ML was smaller than other months. This suggested that the two areas became the nursery grounds. Most of the *U. (P.) edulis* caught in the frontal area was small and immature *U. (P.) edulis* and it showed that it was a feeding ground.

Key words: East China Sea, *Uroteuthis (Photololigo) edulis*, reproduction

*Correspondence: Department of Environmental Biology and Fisheries Science, National Taiwan Ocean University, Keelung, Taiwan. TEL: (02)2462-2192 ext. 5050; E-mail: chliao@mail.ntou.edu.tw