

# 臺灣沿海中國槍鎖管、杜氏鎖管及劍尖槍鎖管之年齡與成長

張可揚<sup>1</sup>·廖正信<sup>2</sup>·黃筱婷<sup>2</sup>·吳繼倫<sup>1</sup>·王凱毅<sup>1\*</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>國立臺灣海洋大學環境生物與漁業科學學系

## 摘要

過去臺灣鎖管漁業產量高峰可達 30,000 mt、產值 23 億新臺幣，但近幾年來，其產量、產值已不足以往的三分之一，因此本研究針對中國槍鎖管 (*Uroteuthis (Photololigo) chinensis*)、杜氏鎖管 (*U. (P.) duvauceli*) 及劍尖槍鎖管 (*U. (P.) edulis*) 等三種臺灣周邊海域常見鎖管種進行生殖與成長生物學研究，希望藉由描述這些生物特性，對該等鎖管之資源評估有所幫助。結果顯示三種鎖管雌、雄個體間之體長體重關係式皆有差異。三種鎖管皆呈現明顯的雌雄二型性 (sexual dimorphism)。在年齡成長方面，三種鎖管之成長方程式以指數型及對數型為主，並存在有種間與性別差異，其中中國槍鎖管成長最快，劍尖槍鎖管次之，杜氏鎖管最慢。就成熟體型而言，中國槍鎖管與劍尖槍鎖管成熟個體較大，成熟之雄性個體外套長可達 400 mm 以上，而杜氏鎖管之成熟個體最小，記錄到最大個體為 133 mm 的雌性個體。

關鍵字：中國槍鎖管、杜氏鎖管、劍尖槍鎖管、年齡、成長

## 前言

鎖管在分類上屬軟體動物門 (Mollusca)，頭足綱 (Cephalopoda)，二鰓亞綱 (Dibranchia)，槍形目 (Teuthoidea)，閉眼亞目 (Myopsida)，槍烏賊科 (Loliginidae)，為臺灣沿近海漁業中五大經濟魚種之一 (劉, 2005)，其漁獲方式多為火誘網 (燈火漁業，含棒受網、扒網、焚寄網等)、中小型拖網及單船拖網等，其中又以火誘網漁業之產值及產量最具規模 (劉, 2005)，漁獲港口則多在新北市 (原臺北縣)、基隆市、澎湖縣、高雄市 (原高雄市與高雄縣) 等地 (蕭, 2002)。以 2011 年為例，全臺灣沿近海漁業之鎖管漁獲量為 3,527 mt，產值為新臺幣 7.37 億元 (漁業署, 2011)，因此鎖管資源可說是臺灣沿近海重要水產資源之一，對於其資源的了解成為臺灣沿近海漁業資源管理的重要的工作項目。

臺灣東部及東南部海域由於水深較深，不適合喜好淺海環境之鎖管物種生存，而北部及西部海域均為東海大陸棚一端，有著豐富的鎖管資源 (王等, 2011)。研究顯示臺灣漁船所捕獲的鎖管中，以劍尖槍鎖管 (*Uroteuthis (Photololigo) edulis*) 生物量較多，而為主要漁獲物種，其次是中國槍鎖管 (*U. (P.) chinensis*) (澎湖海域為主)，偶而則會混有杜氏鎖管 (*U. (P.) duvauceli*) (王, 2002; 宋等, 2008; 鄭等, 1999; Liao *et al.*, 2010; 王等, 2011, 2013)。而中國在東海的調查，顯示以杜氏鎖管為主要漁獲物種，其次為劍尖槍鎖管及中國槍鎖管 (俞等, 2009)，顯示此 3 種鎖管為臺灣周邊海域主要的鎖管漁獲物種。

前述三種在臺灣周邊海域主要鎖管漁獲物種中，中國槍鎖管分布在北緯 50 度 (日本北海道附近) 至南緯 35 度 (澳洲南端) 海域之間的太平洋西岸海域，向西則沿中南半島、印尼海域分布至印度、斯里蘭卡沿岸。劍尖槍鎖管在太平洋西岸海域的分布大致與中國槍鎖管重疊，但在澳洲海岸之分布僅達南緯 20 度左右。此外，劍尖槍鎖管向西則沿中南半島、印度、阿拉伯半島一直到東

\*通訊作者 / 基隆市和一路 199 號, TEL: (02) 2462-4121  
轉 2308; FAX: (02) 2462-3110; E-mail: kywang@mail.tfrin.gov.tw

非海岸皆有分布。而杜氏鎖管分布的最北端在臺灣海峽北口(北緯 25 度以南)至印尼、澳洲間之熱帶海域,向西則沿印度沿海一直延伸到阿拉伯半島及東非海岸 (Jereb and Roper, 2010),由此可知三種鎖管在臺灣周邊海域之分布高度重疊。

由於臺灣鎖管漁業之漁獲物種以劍尖槍鎖管為大宗,因此相關研究亦以劍尖槍鎖管為主要對象,欠缺對於中國槍鎖管及杜氏鎖管之研究。相對的,由於中國槍鎖管及杜氏鎖管係泰國及印度等熱帶地區的主要漁獲物種 (Sukramongkol *et al.*, 2007; Mishra *et al.*, 2012),因此有許多熱帶地區的研究被發表。然而過往已有許多研究指出頭足類之成長模式會受環境因子,例如水溫、餌料生物及地理環境之不同所影響,呈現地域上的差別 (Forsythe, 1993; Forsythe, 2004; Miyahara *et al.*, 2006; Sukramongkol *et al.*, 2007; 王等, 2011),因此同一種鎖管在不同地區的成長模式差異之探討,對於增進鎖管的了解有其重要性。

由於目前尚無針對上述臺灣周邊常見三種鎖管種在年齡與成長等生物特性之描述及與其他地區之比較,因此本研究的目的即利用平衡石內輪紋資料(意即日齡資料),並配合年齡與成長參數的量測資料,同時針對中國槍鎖管、杜氏鎖管及劍尖槍鎖管與進行年齡與成長模式研究,提供這三種鎖管種之基本生物學參數描述,以進一步了解地域間的差異,並提供該等物種日後資源評估參考。

## 材料與方法

### 一、標本採集

本研究於 2008-2012 年間以拖網漁法、燈火漁法及一支釣漁法取得不同鎖管之生物樣本 (Table 1)。其中中國槍鎖管係於 2008 年 8 月至 12 月於澎湖隨機向當地漁船購買所得,主要漁法為燈火漁法及一支釣漁法。劍尖槍鎖管之採集在 2009 及 2012 年進行,2009 年之樣本係向娛樂漁船購買以手釣方式釣取之個體(類似一支釣漁法)。2012 年則隨機向新北市瑞芳區漁會所屬燈火漁船及娛樂漁船購買鎖管樣本。2012 年之拖網漁法樣本係水產試驗所所屬水試一號試驗船 2012 年 10 月於臺灣北部海域及臺灣海峽北段進行拖網試驗作業時

採得。杜氏鎖管則同上述拖網試驗作業航次採得,部分為作業期間於夜間以手釣方式釣獲。所有樣本以冷藏或冷凍保存攜回實驗室做後續處理。各物種儘可能取得不同外套長之個體,總樣本數為 1,599 尾。本研究採集之樣本,劍尖槍鎖管主要在臺灣北部海域所採獲,杜氏鎖管主要在臺灣海峽北部採獲,中國槍鎖管主要在澎湖海域採獲 (Fig. 1)。

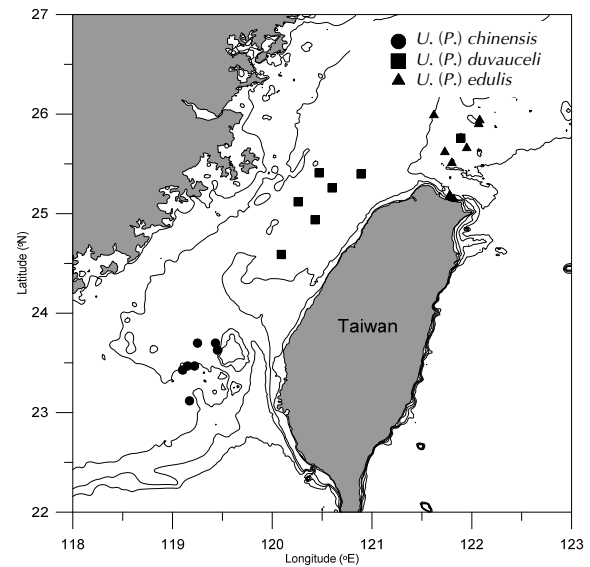


Fig. 1 Sample localities of *U. (P.) chinensis*, *U. (P.) duvauceli* and *U. (P.) edulis* in the southern East China Sea and Taiwan Strait.

### 二、生物測量

採得之樣本攜回實驗室後,利用外部形態與腕部吸盤角質環 (sucker ring) 進行物種鑑定 (陳等, 2009; Sin *et al.*, 2009),並進行鎖管的形態形質量測,項目包括外套長 (mantle length, ML)、溼重量 (wet body weight, BW)、胃內含物重 (stomach content weight, SW) 及性別判定,長度與重量分別以準確度為 0.05mm 的游標尺 (Mitutoyo, Japan) 及 0.01g 的電子秤 (Precisa XS-3250C, Switzerland) 量測。在性成熟判定方面,採用 Lipinski (1979) 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 與 V 定義為已成熟的鎖管。

### 三、體長體重關係式

外套長與體重之關係以  $BW = a ML^b$  表示,並以最小平方方法 (least-squares method) 適配。有鑑

**Table 1** Collection information (date, location, sample method and sample size)

Species	Date	Longitude	Latitude	n	n for age data	Successful rate (%)	Sampling method
<i>U. (P.) chinensis</i>	2008/08	119.43	23.70	64	54	84.4	L
	2008/08	119.25	23.70	10	10	100.0	P
	2008/10	119.45	23.63	84	81	96.4	L
	2008/10	119.22	23.47	15	9	60.0	P
	2008/11	119.15	23.47	15	15	100.0	P
	2008/11	119.10	23.43	13	13	100.0	P
	2008/12	119.17	23.12	24	18	75.0	P
<i>U. (P.) duvauceli</i>	2012/10	120.43	24.94	35	26	74.3	T
	2012/10	120.26	25.12	84	70	83.3	T
	2012/10	120.47	25.41	117	103	88.0	T
	2012/10	120.60	25.26	6	6	100.0	T
	2012/10	120.89	25.40	37	20	54.1	P
	2012/10	121.89	25.76	14	10	71.4	T
	2012/10	120.09	24.59	11	8	72.7	P
<i>U. (P.) edulis</i>	2009/06	121.80	25.51	80	74	92.5	P
	2009/07	121.73	25.62	95	66	69.5	P
	2009/08	121.95	25.66	90	79	87.8	P
	2009/09	122.07	25.90	120	102	85.0	P
	2012/04	121.82	25.14	86	74	86.1	L
	2012/05	121.78	25.18	84	74	88.1	L
	2012/06	121.78	25.18	88	73	83.0	L
	2012/07	121.78	25.15	84	65	77.4	L
	2012/08	121.82	25.14	85	80	94.1	L
	2012/08	122.08	25.94	35	33	94.3	P
	2012/09	121.78	25.18	84	80	95.2	L
2012/10	121.89	25.76	127	112	88.2	T	
2012/10	121.62	25.99	12	11	91.7	P	
Total				1599	1366	85.4	

Note: L, torch-light boat; P, pole-and-line boat; T, bottom trawl net

於雌雄個體可能存在不同之體長體重關係，因此雌雄個體分別計算體長體重關係式。

#### 四、平衡石之製備與日輪計數

鎖管的平衡石 (statolith) 位於頭蓋腹側後端且充滿著內淋巴液 (endolympha) 的平衡囊 (statocyst) 中，其具有規律的日週期沉積的顯微結

構，可用來計數鎖管之日齡 (Natsukari *et al.*, 1988)。本研究將採集到的所有生物樣本個體的平衡石取出，進行日齡資料查定，實驗流程依序為平衡石的潔淨、包埋、切割、研磨、拍照、影像處理及計數輪紋數等步驟，詳細說明請參考 Natsukari *et al.* (1988) 和 Wang *et al.* (2010)。平衡石之製備會先以右邊平衡石進行，如讀輪效果不佳，則再以左邊平衡石重新製作。本研究總計成

功讀取 1,366 尾平衡石輪紋資料，成功率為 85.4%。

## 五、成長方程式之套用

將取得之各物種日齡、ML 與 BW 資料，分別套用 linear、power、exponential、von Bertalanffy、Gompertz 和 logistic 成長方程式，以推導出各物種之成長方程式。各成長方程式說明如下：

Linear model:  $ML_t = at + b$

Power model:  $ML_t = at^b$

Exponential model:  $ML_t = ae^{bt}$

Von Bertalanffy model:  $ML_t = ML_{\infty}[1 - e^{-k(t-t_0)}]$

Gompertz model:  $ML_t = ML_{\infty}e^{-ae^{-bt}}$

Logistic model:  $ML_t = ML_{\infty} / 1 - e^{-k(t-t_0)}$

其中  $t$  為日齡， $a$ 、 $b$  為參數值， $ML_t$  為在日齡  $t$  時之 ML， $ML_{\infty}$  為 ML 之漸近值 (asymptotic)， $K$  為成長參數 (growth coefficient)， $t_0$  為當 ML 為  $ML_{\infty}$  之 1/2 時 (回折點, inflection point) 之日齡。其中雌、雄個體分別進行成長方程式之套用，以 Akaike information criterion (AIC) 檢定為主，同時亦考慮一些參數，如極限體長是否合理等因素後，選擇最佳的成長方程式。因 ML 與 BW 有高度的相關性 (95% 以上)，本文的成長僅用 ML 來分析並說明。而為了增加雌、雄鎖管的日齡與 ML 範圍，因此將未能分辨性別之幼體資料加入各性別的成長分析中一同分析。

## 六、統計分析

本研究利用變積分析 (Analysis of Covariance, ANCOVA) 檢定雌、雄鎖管之體長體重關係式，及各物種雌雄個體間與各物種間之成長方程式是否具有顯著差異。各項統計分析及檢定，以 R 統計軟體計算 (版本：2.15.3)，各種成長方程式之適套以 SAS 9.0 統計軟體運算。

# 結 果

### 一、體長與體重關係式

中國槍鎖管之體長體重關係式，雌、雄依序為： $BW = 0.0001ML^{2.75}$  ( $R^2 = 0.93$ ,  $n=69$ )； $BW = 0.0021ML^{2.11}$  ( $R^2 = 0.91$ ,  $n=113$ ) (Fig. 2)。ANCOVA

檢定雌、雄之體長體重關係式有顯著差異 ( $F = 51.04$ ,  $P < 0.05$ )。杜氏鎖管之體長體重關係式，雌、雄依序為： $BW = 0.0002ML^{2.67}$  ( $R^2 = 0.90$ ,  $n=129$ )； $BW = 0.0009ML^{2.31}$  ( $R^2 = 0.90$ ,  $n=110$ ) (Fig. 2)。ANCOVA 檢定雌、雄之體長體重關係式有顯著差異 ( $F = 3.95$ ,  $P < 0.05$ )。劍尖槍鎖管之體長體重關係式，雌、雄依序為： $BW = 0.0062ML^{1.95}$  ( $R^2 = 0.96$ ,  $n=417$ )； $BW = 0.0167ML^{1.75}$  ( $R^2 = 0.96$ ,  $n=508$ ) (Fig. 2)。ANCOVA 檢定雌、雄之體長體重關係式有顯著差異 ( $F = 47.98$ ,  $P < 0.05$ )。

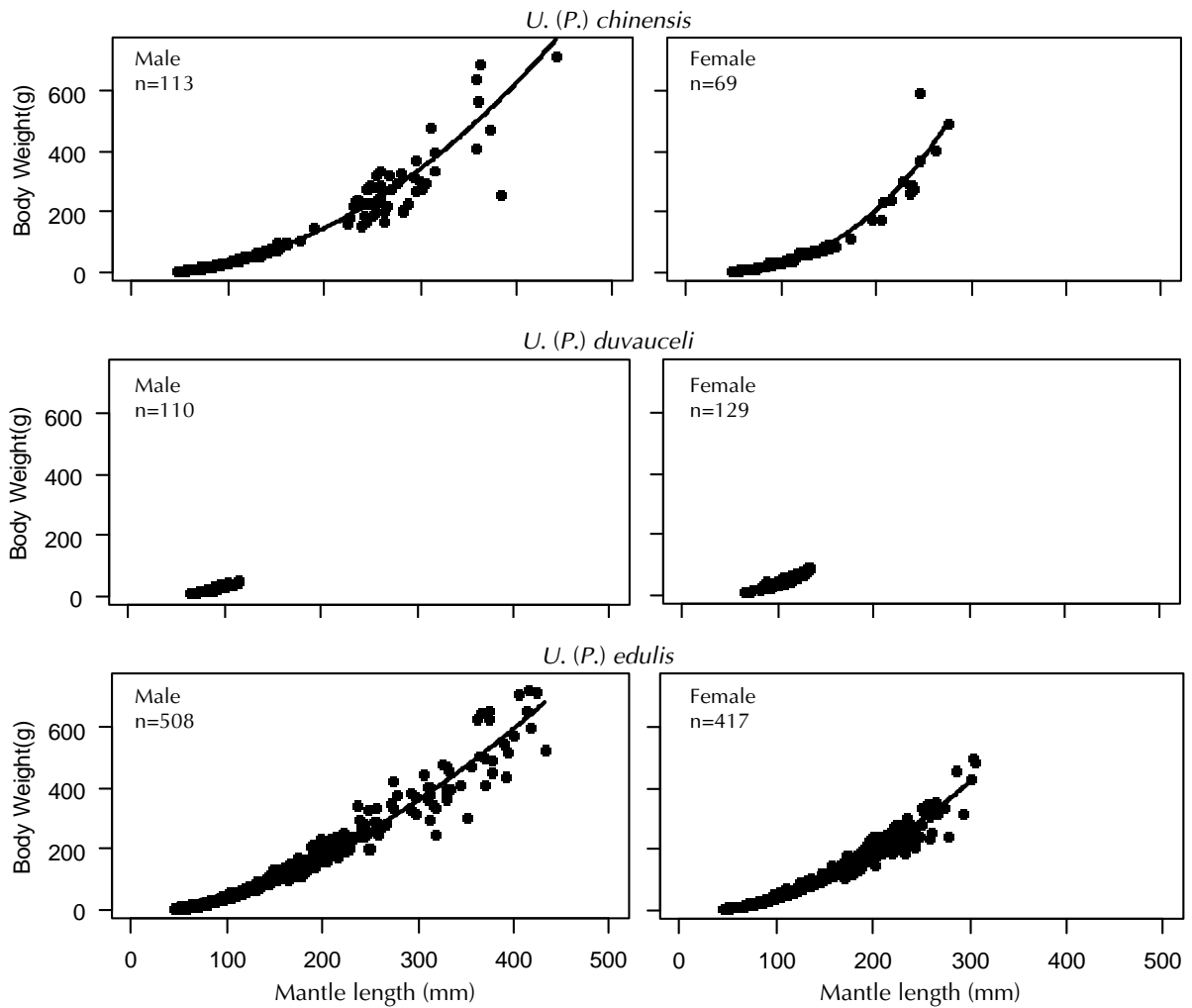
### 二、日齡結構

三種鎖管中，中國槍鎖管之 ML 範圍為 46 ~ 441 mm，日齡範圍為 63 ~ 151 天。杜氏鎖管之 ML 範圍為 67 ~ 134 mm，日齡範圍為 56 ~ 99 天。劍尖槍鎖管之 ML 範圍為 45 ~ 433 mm，日齡範圍為 80 ~ 247 天 (Table 2)。三種鎖管中以杜氏鎖管記錄到的成熟體型最小，約為劍尖槍鎖管及中國槍鎖管的 1/4。

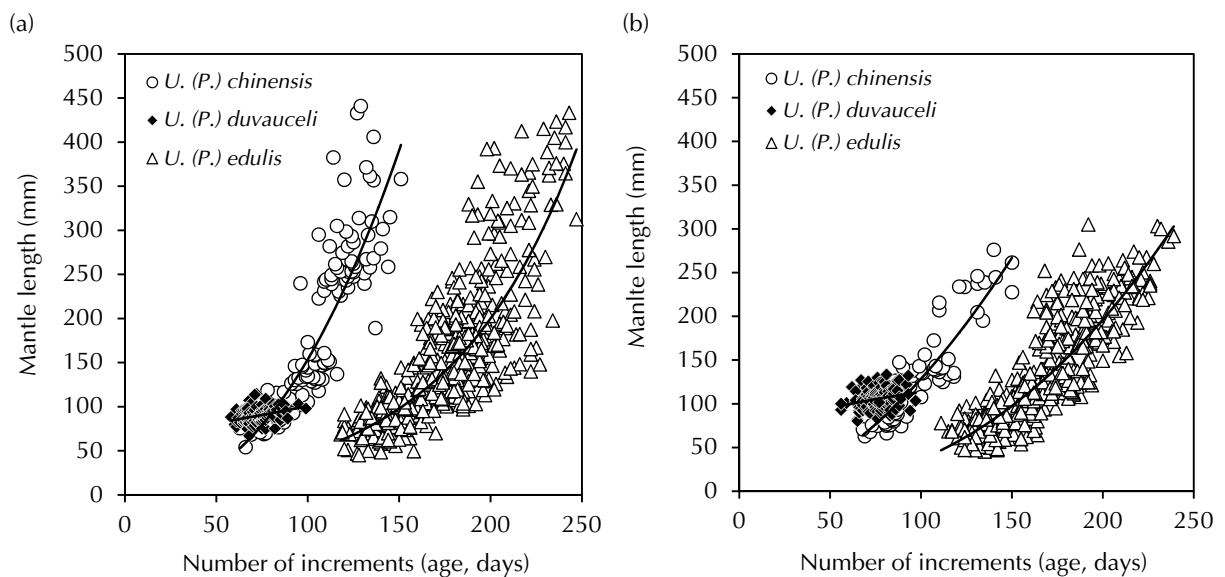
### 三、三種鎖管之成長方程式適套

如不區分雌、雄個體適套成長方程式，三種鎖管之成長方程式皆為指數型 (Table 3)。若以雌、雄個體分別適套成長方程式，三種鎖管中雌劍尖槍鎖管、雌雄中國槍鎖管及雌杜氏鎖管之成長方程式為指數型，而雄劍尖槍鎖管及雄杜氏鎖管之成長方程式為對數型 (Table 3)。以 ANCOVA 分別檢定三種鎖管之雌、雄個體在成長上的差異，分析結果顯示，中國槍鎖管及杜氏鎖管成長方程式斜率  $b$  有顯著差異 (依序為  $F = 14.46$ 、 $P < 0.001$  及  $F = 25.63$ 、 $P < 0.001$ )，而劍尖槍鎖管並無顯著差異 ( $F = 0.09$ 、 $P = 0.77$ ) (Table 4)。以 ANCOVA 檢定三種鎖管雌雄個體種間之成長曲線差異，結果顯示三種鎖管之成長方程式之斜率與截距均有顯著差異 (Table 4)。

比較最大體長相近之中國槍鎖管與劍尖槍鎖管日齡與 ML 之線性圖，在相同日齡下，雌、雄中國槍鎖管之 ML 皆為最大，顯示中國槍鎖管之成長較劍尖槍鎖管為快 (Fig. 3)。



**Fig. 2** Relationships between mantle length and body weight for male and female *U. (P.) chinensis*, *U. (P.) duvauceli* and *U. (P.) edulis* in the southern East China Sea and Taiwan Strait.



**Fig. 3** Relationships between mantle length and age in days for (a) male and (b) female *U. (P.) chinensis*, *U. (P.) duvauceli* and *U. (P.) edulis* in the southern East China Sea and Taiwan Strait.

**Table 2** Samples of squid caught in the southern East China Sea and Taiwan Strait

Species	Number of individuals			ML range (mm)			Age range (days)		
	F	M	U	F (mean)	M (mean)	U (mean)	F (mean)	M (mean)	U (mean)
<i>U. (P.) chinensis</i>	69	113	18	63-276 (134)	54-441 (196)	46-82 (63)	68-150 (100)	63-151 (108)	58-87 (71)
<i>U. (P.) duvauceli</i>	129	110	4	80-134 (106)	67-115 (90)	64-72 (68)	56-97 (77)	58-99 (73)	68-79 (74)
<i>U. (P.) edulis</i>	416	507		46-305 (142)	45-433 (156)		111-239 (170)	118-247 (175)	

F: Female; M: Male; U: Unsex

**Table 3** Parameter estimation of the general growth models for *U. (P.) chinensis*, *U. (P.) duvauceli* and *U. (P.) edulis* in the southern East China Sea and Taiwan Strait. The best fitted models are shown in bold

Group	Growth model	n	Lmax	K	to	a	b	AIC
<i>U. (P.) chinensis</i>								
All data								
	Linear model (2)	200				3.449	-1.878 × 10 <sup>2</sup>	1529.5
	<b>Power model (2)</b>	<b>200</b>				<b>7.274 × 10<sup>-3</sup></b>	<b>2.156</b>	<b>1527.4</b>
	Exponential model (2)	200				2.170 × 10 <sup>1</sup>	1.906 × 10 <sup>-2</sup>	1547.7
	Logistic model (3)	200	373.5	4.421 × 10 <sup>-2</sup>	1.190 × 10 <sup>2</sup>			1517.2
	Gompertz model (3)	200	149.6	-4.303	1.568 × 10 <sup>3</sup>			1941.2
	von Bertalanffy model (3)	200	149.6	-4.298	1.565 × 10 <sup>3</sup>			1941.2
Female (+ unsexed)								
	Linear model (2)	87				2.420	-1.078 × 10 <sup>2</sup>	539.0
	<b>Power model (2)</b>	<b>87</b>				<b>2.637 × 10<sup>-2</sup></b>	<b>1.845</b>	<b>535.8</b>
	Exponential model (2)	87				2.264 × 10 <sup>1</sup>	1.099 × 10 <sup>-2</sup>	546.8
	Logistic model (3)	87	362.9	3.086 × 10 <sup>-2</sup>	1.190 × 10 <sup>2</sup>			536.2
	Gompertz model (3)	87	119.3	-4.303	1.568 × 10 <sup>3</sup>			707.9
	von Bertalanffy model (3)	87	119.3	-4.298	1.565 × 10 <sup>3</sup>			707.9
Male (+ unsexed)								
	Linear model (2)	131				3.792	-2.109 × 10 <sup>2</sup>	1009.9
	<b>Power model (2)</b>	<b>131</b>				<b>4.532 × 10<sup>-3</sup></b>	<b>2.271</b>	<b>1008.4</b>
	Exponential model (2)	131				2.046 × 10 <sup>1</sup>	2.021 × 10 <sup>-2</sup>	1022.0
	Logistic model (3)	131	403.5	4.613 × 10 <sup>-2</sup>	1.093 × 10 <sup>2</sup>			999.5
	Gompertz model (3)	131	177.6	-5.257	1.993 × 10 <sup>3</sup>			1204.9
	von Bertalanffy model (3)	131	177.6	-5.251	1.990 × 10 <sup>3</sup>			1204.9
<i>U. (P.) duvauceli</i>								
All data								
	Linear model (2)	243				5.719 × 10 <sup>-1</sup>	5.553 × 10 <sup>1</sup>	1231.5
	<b>Power model (2)</b>	<b>243</b>				<b>2.300 × 10<sup>1</sup></b>	<b>3.118 × 10<sup>-1</sup></b>	<b>1231.3</b>
	Exponential model (2)	243				6.396 × 10 <sup>1</sup>	5.733 × 10 <sup>-3</sup>	1231.7
	Logistic model (3)	243	124.5	2.838 × 10 <sup>-2</sup>	2.773 × 10 <sup>1</sup>			1233.1
	Gompertz model (3)	243	98.5	-3.310	1.363 × 10 <sup>3</sup>			1263.1
	von Bertalanffy model (3)	243	98.5	-3.305	1.360 × 10 <sup>3</sup>			1263.1
Female (+ unsexed)								
	Linear model (2)	133				4.187 × 10 <sup>-1</sup>	7.311 × 10 <sup>1</sup>	675.4
	<b>Power model (2)</b>	<b>133</b>				<b>2.845 × 10<sup>1</sup></b>	<b>3.016 × 10<sup>-1</sup></b>	<b>675.1</b>
	Exponential model (2)	133				7.756 × 10 <sup>1</sup>	3.971 × 10 <sup>-3</sup>	675.5
	Logistic model (3)	133	138.6	1.653 × 10 <sup>-2</sup>	6.987			677.4
	Gompertz model (3)	133	105.1	-3.481	1.172 × 10 <sup>3</sup>			685.7
	von Bertalanffy model (3)	133	105.1	-3.475	1.168 × 10 <sup>3</sup>			685.7

**Table 3** Continued

Group	Growth model	n	Lmax	K	to	a	b	AIC
<i>U. (P.) duvauceli</i>								
Male (+ unsexed)								
	Linear model (2)	114				$3.847 \times 10^{-1}$	$6.137 \times 10^1$	498.3
	Power model (2)	114				$1.501 \times 10^1$	$4.360 \times 10^{-1}$	498.5
	<b>Exponential model (2)</b>	<b>114</b>				<b><math>6.540 \times 10^1</math></b>	<b><math>4.280 \times 10^{-3}</math></b>	<b>498.1</b>
	Logistic model (3)	114	1147.0	$4.650 \times 10^{-3}$	$6.045 \times 10^2$			500.3
	Gompertz model (3)	114	122.9	-1.685	$-1.594 \times 10^2$			1032.1
	von Bertalanffy model (3)	114	89.6	-3.245	$1.562 \times 10^3$			513.0
<i>U. (P.) edulis</i>								
All data								
	Linear model (2)	923				2.106E+00	$-2.135 \times 10^2$	6939.4
	<b>Power model (2)</b>	<b>923</b>				<b><math>3.071 \times 10^{-4}</math></b>	<b>2.533</b>	<b>6881.2</b>
	Exponential model (2)	923				$1.364 \times 10^{-2}$	$1.326 \times 10^1$	6886.7
	Logistic model (3)	923	858.7	$1.739 \times 10^{-2}$	$2.662 \times 10^2$			6882.9
	Gompertz model (3)	923	156.2	$-2.771 \times 10^1$	$6.799 \times 10^2$			7539.5
	von Bertalanffy model (3)	923	156.2	$-2.771 \times 10^1$	$6.809 \times 10^2$			7539.5
Female (+ unsexed)								
	Linear model (2)	416				1.923	$-1.848 \times 10^2$	2914.7
	<b>Power model (2)</b>	<b>416</b>				<b><math>8.514 \times 10^{-4}</math></b>	<b>2.334</b>	<b>2897.2</b>
	Exponential model (2)	416				$1.282 \times 10^{-2}$	$1.514 \times 10^1$	2925.6
	Logistic model (3)	416	347.0	$2.508 \times 10^{-2}$	$1.862 \times 10^2$			2899.8
	Gompertz model (3)	416	141.5	$-4.398 \times 10^1$	$2.523 \times 10^4$			3454.8
	von Bertalanffy model (3)	416	141.5	$-4.397 \times 10^1$	$2.523 \times 10^4$			3454.8
Male (+ unsexed)								
	Linear model (2)	507				2.242	$-2.351 \times 10^2$	3948.9
	Power model (2)	507				$1.640 \times 10^{-4}$	2.656	3908.1
	<b>Exponential model (2)</b>	<b>507</b>				<b><math>1.241 \times 10^1</math></b>	<b><math>1.407 \times 10^{-2}</math></b>	<b>3905.5</b>
	Logistic model (3)	507	1884.0	$1.572 \times 10^{-2}$	$1.241 \times 10^1$			3906.9
	Gompertz model (3)	507	162.6	-5.764	$1.944 \times 10^3$			4074.4
	von Bertalanffy model (3)	507	162.6	-5.757	$1.941 \times 10^3$			4074.4

#### 四、三種鎖管性成熟個體日齡與外套長

分析不同鎖管之成熟個體日齡顯示，中國槍鎖管成熟雄性日齡在 84 ~ 151 天之間，成熟雌性日齡在 110 ~ 150 天之間，杜氏鎖管成熟雄性日齡在 58 ~ 99 天之間，成熟雌性日齡在 56 ~ 94 天之間，劍尖槍鎖管成熟雄性日齡在 126 ~ 247 天之間，成熟雌性日齡在 156 ~ 239 天之間。三種鎖管之成熟個體日齡以劍尖槍鎖管最大而杜氏鎖管最小，中國槍鎖管則介於二者之間 (Table 5)。

分析不同鎖管成熟個體外套長顯示，中國槍鎖管成熟雄性外套長在 99.15 ~ 441 mm 之間，成熟雌性外套長在 195.1 ~ 276.1 mm 之間。杜氏鎖管成熟雄性外套長在 74.9 ~ 114.5 mm 之間，成熟雌性外套長在 81.9 ~ 133.5 mm 之間。劍尖槍鎖管成熟雄性外套長在 60.8 ~ 433.35 mm 之間，成熟雌性外套長在 112.8 ~ 305.12 mm 之間。三種鎖管雌、雄成熟個體之外套長，雄性以中國槍鎖管最大，雌性以劍尖槍鎖管最大，而杜氏鎖管皆為最小 (Table 6)。

分析同種鎖管雌、雄之成熟個體外套長顯示中國槍鎖管及劍尖槍鎖管雄性個體外套長較雌性個體為大，而杜氏鎖管雌性個體較大 (Table 6)。

同種鎖管雌、雄之成熟個體日齡顯示三種鎖管雄性個體均較雌性個體先成熟，其中杜氏鎖管日齡在 70 天以上之雄性個體皆已達性成熟 (Fig. 4)。

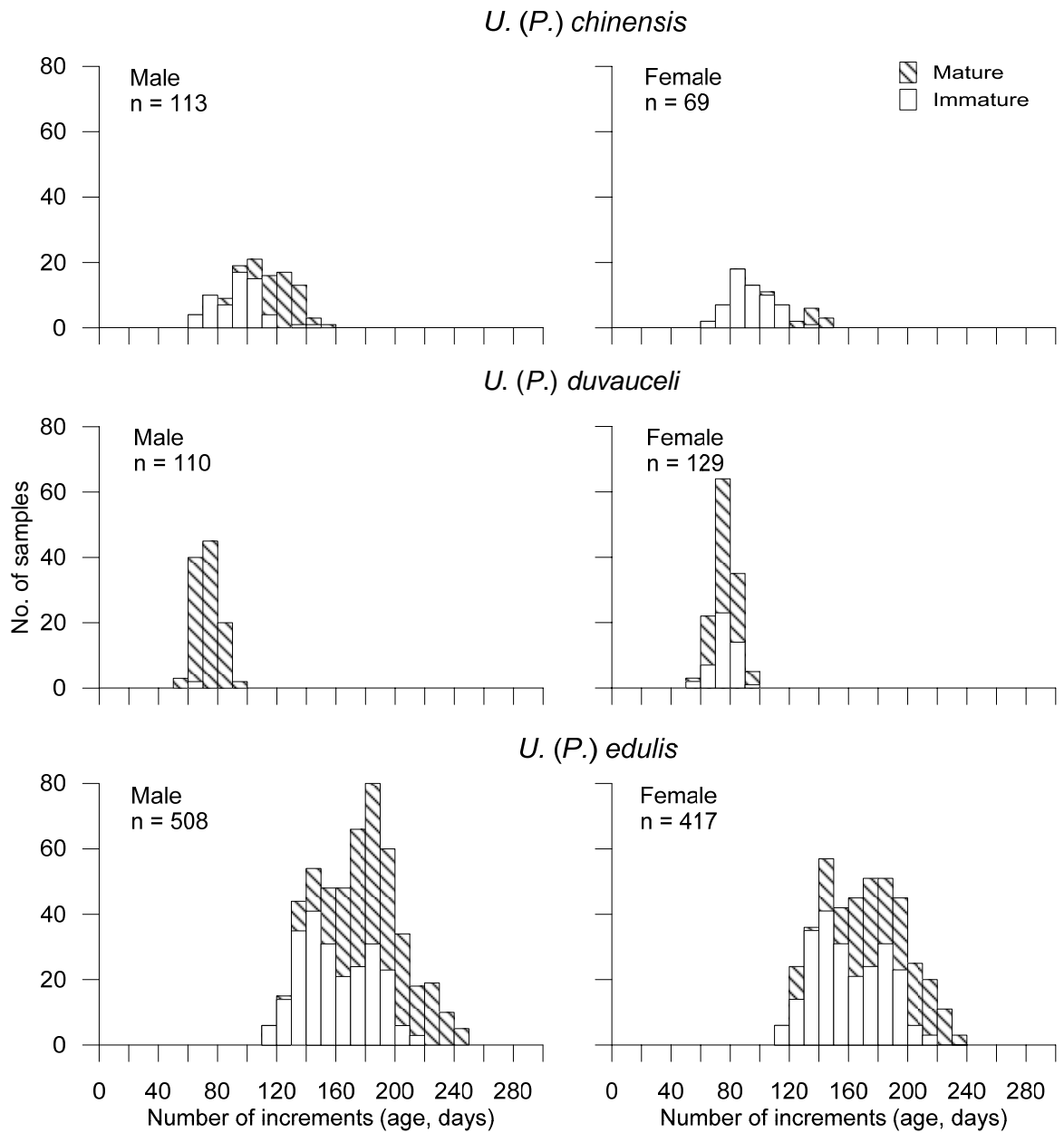
**Table 4** Comparison of the slopes and intercepts of the growth models fitted to ML at age data for *U. (P.) chinensis*, *U. (P.) duvauceli* and *U. (P.) edulis* in the southern East China Sea and Taiwan Strait

Data	Comparison	Test equal slopes		Test equal intercepts	
		<i>F</i> - value	<i>p</i> - value	<i>F</i> - value	<i>p</i> - value
<i>U. (P.) chinensis</i>	Female VS Male	14.46	0.0002	25.63	< 0.0001
<i>U. (P.) duvauceli</i>	Female VS Male	25.63	< 0.0001	0.01	0.9115
<i>U. (P.) edulis</i>	Female VS Male	0.09	0.7694	1.08	0.2995
All data					
	<i>U. (P.) chinensis</i> VS <i>U. (P.) edulis</i>	2394	< 0.0001	375.24	< 0.0001
	<i>U. (P.) duvauceli</i> VS <i>U. (P.) edulis</i>	7.40	0.0066	4.60	0.0322
	<i>U. (P.) chinensis</i> VS <i>U. (P.) duvauceli</i>	108.35	< 0.0001	40.94	< 0.0001
Female					
	<i>U. (P.) chinensis</i> VS <i>U. (P.) edulis</i>	15.56	< 0.0001	558.75	< 0.0001
	<i>U. (P.) duvaucelii</i> VS <i>U. (P.) edulis</i>	16.05	< 0.0001	682.52	< 0.0001
	<i>U. (P.) chinensis</i> VS <i>U. (P.) duvaucelii</i>	68.25	< 0.0001	95.57	< 0.0001
Male					
	<i>U. (P.) chinensis</i> VS <i>U. (P.) edulis</i>	83.78	< 0.0001	934.77	< 0.0001
	<i>U. (P.) duvauceli</i> VS <i>U. (P.) edulis</i>	11.12	0.0009	430.04	< 0.0001
	<i>U. (P.) chinensis</i> VS <i>U. (P.) duvauceli</i>	78.10	< 0.0001	11.54	0.0008

**Table 5** Ranges of days in maturity stage by sex of *U. (P.) chinensis*, *U. (P.) duvauceli* and *U. (P.) edulis* in the southern East China Sea and Taiwan Strait

Maturity stage	<i>U. (P.) chinensis</i>				<i>U. (P.) duvauceli</i>				<i>U. (P.) edulis</i>			
	Number of increments (age, days)											
	Male		Female		Male		Female		Male		Female	
	No.	Range	No.	Range	No.	Range	No.	Range	No.	Range	No.	Range
Stage IV	5	84-117	1	110	2	73-74	15	66-88	33	135-224	23	157-220
Stage V	49	96-151	10	121-150	106	58-99	67	56-94	239	126-247	119	156-239





**Fig. 4** Age distributions of *U. (P.) chinensis*, *U. (P.) duvauceli* and *U. (P.) edulis* by sex and maturity stage in the southern East China Sea and Taiwan Strait.

**Table 6** Size range in mantle length (mm) in maturity stage by sex of *U. (P.) chinensis*, *U. (P.) duvauceli* and *U. (P.) edulis* in the southern East China Sea and Taiwan Strait

Maturity stage	<i>U. (P.) chinensis</i>				<i>U. (P.) duvauceli</i>				<i>U. (P.) edulis</i>			
	Mantle length (mm)											
	Male		Female		Male		Female		Male		Female	
	No.	Range	No.	Range	No.	Range	No.	Range	No.	Range	No.	Range
Stage IV	5	99.2 - 230.7	1	215.7	2	74.9 - 88.4	15	92.1 - 133.5	33	64 - 240.1	23	118.7 - 223.1
Stage V	49	189.2 - 441	10	195.1 - 276.1	106	75 - 114.5	67	81.9 - 132.3	239	60.8 - 433.4	119	112.8 - 305.1

## 討 論

本研究分析臺灣周邊海域較常出現之三種鎖管：中國槍鎖管、杜氏鎖管及劍尖槍鎖管之年齡與成長，結果顯示三種鎖管雌、雄個體之體長體重關係式皆有差異，呈現明顯的雌雄二型性 (sexual dimorphism)。在年齡成長方面，三種鎖管之成長方程式以指數型及對數型為主，並存在有種間與性別差異，其中中國槍鎖管成長最快，劍尖槍鎖管次之，杜氏鎖管最慢。就成熟體型而言，中國槍鎖管與劍尖槍鎖管成熟個體較大，成熟之雄性個體外套長可達 400 mm 以上，而杜氏鎖管之成熟個體最小，記錄到最大個體在 130 mm 左右。

三種鎖管之雌、雄個體均呈現明顯的雌雄二型性，此結果與其他地區之研究相同 (Jackson, 1993; Sukramongkol *et al.*, 2007; 王等, 2010)。由於鎖管屬於群聚產卵動物，雄鎖管必須與其他雄性個體競爭交配機會 (Hanlon and Messenger, 1996; Shashar and Hanlon, 2013)，加以雄性個體對生殖所需能量投資較小，因此對雄性而言，快速成長並長成較大個體才能有更高的生殖成功機會，本研究中中國槍鎖管與劍尖槍鎖管均呈現此種趨勢，雄性個體均較雌性個體早熟且有較大的成熟外套長。相對而言，雌性個體投資於生殖所需能量較高，須將能量儲存體內而非長成大個體，故相較來說體型較小，亦比較晚成熟。另一方面，雖然杜氏鎖管亦有雌雄二型性，然而就成熟個體之外套長來看，本研究雌性個體卻大於雄性個體，與 Sukramongkol *et al.* (2007) 於泰國安達曼海 (the Andaman Sea) 的研究不同，該研究顯示在安達曼海的杜氏鎖管，成熟雄性之外套長大於雌性，最大個體之外套長分別為 224 mm 及 186 mm。而 Srichanngam (2010) 比較泰國泰國灣 (the Gulf of Thailand) 及安達曼海二海域採得之杜氏鎖管，亦發現成熟雄性之外套長大於雌性，然而在泰國灣的採樣中，雄性最大個體外套長為 160 mm，小於安達曼海的 231 mm。其指出由於在泰國灣的拖網漁船作業是在白天進行，與安達曼海日夜均進行作業不同，由於杜氏鎖管在夜間會到外洋覓食，致使泰國灣的採樣缺乏大型個體。由於本研究之拖網採樣亦是在白天進行，是否因此造成取樣誤差，有待進一步研究。

本研究顯示三種鎖管雌雄個體之生長方程式為指數型成長或對數型成長，亦即在成長過程中，隨著日齡增加，外套長隨之增加，而無反轉。就中國槍鎖管與杜氏鎖管來說，其成長特性與 Sukramongkol *et al.* (2007) 於泰國安達曼海海域的中國槍鎖管與杜氏鎖管相同。另一方面，就劍尖槍鎖管來說，Natsukari *et al.* (1988) 針對生長在溫帶海域的劍尖槍鎖管研究顯示，該海域劍尖槍鎖管的成長模式是以 logistic 為最適方程式，然而本研究及先前於臺灣東北海域劍尖槍鎖管之研究結果，顯示南東海的劍尖槍鎖管最適成長方程式為指數型 (Wang *et al.*, 2010; 王等, 2011)。頭足類的成長會因環境而有所不同 (Forsythe, 2004; Pecl and Jackson, 2008; Wang *et al.*, 2013)，而就管魷來說，即使是同一種類，也會因棲息於不同海域造成成長差異 (Miyahara *et al.*, 2006; 王等, 2011)。會有這樣的差異，原因可能是海水溫度的不同所造成。本研究之劍尖槍鎖管於南東海採得，屬亞熱帶海域，較高的海水溫度將加快個體的成長速率，並在到達極限體長前成熟 (Boyle, 1987; Forsythe, 2004)，使其成長與溫帶海域的族群有所不同。

Pecl and Jackson (2008) 的研究指出，較溫暖海域成長的頭足類，其成長較快並在較小的外套長與日齡成熟；而在較低溫環境成長的頭足類，則成長較慢，且會長的較大而晚熟。就同種間不同海域個體之比較來看，Sukramongkol *et al.* (2007) 於泰國安達曼海海域對中國槍鎖管的研究顯示，該海域之中國槍鎖管成熟個體出現之日齡較本研究為早，而成熟個體外套長亦較本研究小，與 Pecl and Jackson (2008) 所提出之理論相符。然而比較本研究之杜氏鎖管與 Sukramongkol *et al.* (2007) 及 Srichanngam (2010) 於泰國及 Mishra *et al.* (2012) 於印度洋的研究，在泰國灣、安達曼海及印度洋等海域的杜氏鎖管成熟個體日齡與外套長均較本研究為大。本研究之杜氏鎖管較早成熟，且成熟個體亦較小。由於本研究採得之杜氏鎖管多屬成熟個體，是否因更大體型之成熟杜氏鎖管未被捕獲而造成誤差，抑或受所處環境之影響而顯示不同特性，有待更多資料驗證，故為進一步了解不同海域之杜氏鎖管成長習性，增加臺灣周邊海域杜氏鎖管採樣範圍，以進行更精確的比較，

為未來重要工作之一。

本研究針對臺灣周邊海域較常出現之三種鎖管進行有關年齡與成長特性之初步分析，然受限於三種鎖管並非於同一地點（但仍在其主要棲息海域）或同一時間被採獲，因此尚無法詳細對於三種鎖管進行種間年齡與成長特性之比較，以進一步釐清造成本研究顯示三種鎖管年齡與成長差異之生物及非生物因子。一般來說，物種間的生物特性差異往往大於其個別物種本身的環境與年間差異，因此本研究之結果應可反映出此三種鎖管所呈現之不同年齡與成長特性係因屬不同物種所造成，而非不同環境或出現時間所造成之差異。未來如有機會取得同一年間或同一棲息海域之三種鎖管樣本，將可進一步解析造成其生殖與成長特性差異之原因。

本研究的結果顯示，雖然中國槍鎖管與劍尖槍鎖管在外觀與體型大小相似，但中國槍鎖管的成長速率高於劍尖槍鎖管，顯示不同物種可能受生物特性及時間與空間的影響，呈現不同成長特性。而就目前臺灣鎖管類的漁獲統計來說，因萊氏擬烏賊的外型因鰭型 (fins) 橫貫全身與其他鎖管差異極大，可明顯區別，其他鎖管則因外型差異不大，在漁業統計上將其歸類為鎖管類，並未加以細分 (何, 2005)。由於三種鎖管間成長特性有所不同，體型最小的杜氏鎖管，在較小外套長就已成熟，而相似體型的中國槍鎖管與劍尖槍鎖管成長速率卻不同，呈現不同之資源特性，故針對不同物種，應個別進行資源評估之研究。如此一來，作為資源量變化最重要指標的各項漁獲統計資料，實不宜將三種鎖管視為同一物種進行統計，因此，未來如何在漁業統計上將其區分，為進一步進行各物種資源量變化評估研究之首要工作。

## 謝 辭

本研究經費由行政院農業委員會水產試驗所 99 農科-10.2.1-水-A1 (4) 計畫及 101 農科-11.2.1-水-A1 (2) 項下支助，研究期間承蒙郭所長慶老、劉副所長富光、蘇前所長偉成、蘇前副所長茂森及劉主任秘書燈城不斷鼓勵並提供建議，謹此誌之。另承水產試驗所海洋漁業組同仁提供論文章

見與分析方法，水試一號試驗船船長及全體船員協助採樣工作，特此表示謝意。

## 參考文獻

- 王友喜 (2002) 東海南部劍尖槍鎖管漁業生物學特性. 海洋漁業, 24 (4): 169-172.
- 王凱毅, 張可揚, 李國添, 廖正信 (2010) 南東海劍尖槍鎖管體型與生殖狀況之時空變化. 水產研究, 18 (1):13-32.
- 王凱毅, 陳瑞谷, 廖正信, 李國添, 吳繼倫, 李明安, 張可揚 (2011) 利用平衡石分析東海南部劍尖槍鎖管之季節成長差異. 水產研究, 19(2): 1-13.
- 王凱毅, 張可揚, 陳瑞谷, 陳威克, 廖正信, 吳繼倫 (2013) 臺灣秋季優勢鎖管種類的改變. 臺灣省水產學會 2012 年度學術論文發表會論文摘要集. 基隆, 臺灣, CO-13.
- 宋海棠, 丁天明, 徐開達 (2008) 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.
- 何淑真 (2005) 臺灣海域鎖管的分類研究. 國立臺灣海洋大學環境生物與漁業科學學系碩士論文, 42 pp.
- 俞存根, 虞聰達, 寧平, 鄭基 (2009) 浙江南部外海頭足類種類組成和數量分布. 海洋漁業, 31(1): 27-33.
- 陳新軍, 劉必林, 王堯耕 (2009) 世界頭足類. 海洋出版社, 714pp.
- 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.
- 劉宗祐 (2005) 利用形態測量法探討劍尖槍與臺灣鎖管族群分布結構之研究. 國立臺灣海洋大學環境生物與漁業科學學系碩士論文, 100 pp.
- 漁業署 (2011) 中華民國臺灣地區漁業年報. 行政院農業委員會漁業署, 臺北.
- 蕭志豪 (2002) 衛星遙測應用在臺灣東北海域鎖管漁況變動之研究. 國立臺灣海洋大學漁業科學學系碩士論文, 92 pp.
- Boyle, P. R. (1987) Cephalopod Life Cycles. Academic Press, London. Vol. 2: 135-156.
- Forsythe, J. W. (1993) A working hypothesis of how seasonal temperature change may impact the field growth of young cephalopods. In Recent Advances in Cephalopod Fishery Biology (T. Okutani, R. K. O'Dor, and T. Kubodera eds.), Tokai Univ. Press, Tokyo, 133-143.
- Forsythe, J. W. (2004) Accounting for the effect of temperature in nature: from hypothesis to practice. Mar. Freshw. Res., 55: 331-339.
- Hanlon, R. T and J. B. Messenger (1996) Cephalopod

- Behavior. Cambridge Univ. Press, New York, USA, 232 pp.
- Jackson, G. D. (1993) Seasonal variation of reproductive investment of the tropical loliginid squid *Loligo chinensis* and the small tropical sepioid *Idiosepius pygmaeus*. *Fish. Bull.*, 91: 260-270.
- Jereb, P. and C. F. E. Roper (2010) Cephalopods of the world. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes, No. 4, Vol. 2, 605 pp.
- Liao, C. H., T. Y. Liu and C. Y. Hung (2010) Morphometric variation between the swordtip (*Photololigo edulis*) and mitre (*P. chinensis*) squids in the waters off Taiwan. *J. Mar. Sci. Tech.*, 18(3): 405-412.
- 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.
- Mishra, A. S., P. Nautiyal and V. S. Somvanshi (2012) Length-weight relationship, condition factor and sex ratio of *Uroteuthis (Photololigo) duvaucelii* (d'Orbigny, 1848) from Goa west coast of India. *J. Mar. Biol. Assoc. India*, 54(2): 65-68.
- Miyahara, K., T. Ota, T. Goto and S. Gorie (2006) Age, growth and hatching season of the diamond squid *Thysanoteuthis rhombus* estimated from statolith analysis and catch data in the western Sea of Japan. *Fish. Res.*, 80: 211-220.
- Natsukari, Y., T. Nakanose and K. Oda (1988) Age and growth of loliginid squid *Photololigo edulis* (Hoyle, 1885). *J. Experi. Mar. Biol. Ecol.*, 116: 177-190.
- Pecl G. T and G. D. Jackson (2008) The potential impacts of climate change on inshore squid: biology, ecology and fisheries. *Rev Fish Biol. Fish.*, 18: 373-385.
- Shashar, N. and R. T. Hanlon (2013) Spawning behavior dynamics at communal egg beds in the squid *Doryteuthis (Loligo) pealeii*. *J. Experi. Mar. Biol. Ecol.*, 447: 65-74.
- Sin, Y. W., C. Yau and K. H. Chua (2009) Morphological and genetic differentiation of two loliginid squids, *Uroteuthis (Photololigo) chinensis* and *Uroteuthis (Photololigo) edulis* (Cephalopoda: Loliginidae), in Asia. *J. Experi. Mar. Biol. Ecol.*, 369: 22-30.
- Srichanngam, S. (2010) Age and growth determination and stock identification using statolith microstructure of Indian squid *Loligo duvaucelii*. Master Thesis, University of Bergen, 100 pp., 28 figs., 24 pls.
- Sukramongkol, N. K. Tsuchiya and S. Segawa (2007) Age and maturation of *Loligo duvaucelii* and *L. chinensis* from Andaman Sea of Thailand. *Rev. Fish. Biol. Fish.*, 17: 237-246.
- 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.*, 18(1): 99-105.
- Wang, K. Y., K. Y. Chang, C. H. Liao, M. A. Lee and K. T. Lee (2013) Growth strategies of the swordtip squid, *Photololigo edulis*, in response to environmental changes in the Southern East China Sea – a cohort analysis. *Bull. Mar. Sci.*, 89(3): 677-698.

## Age and Growth of *Uroteuthis (Photololigo) chinensis*, *U. (P.) duvauceli* and *U. (P.) edulis* from the Waters Around Taiwan

Ke-Yang Chang<sup>1</sup>, Cheng-Hsin Liao<sup>2</sup>, Hsiao-Ting Huang<sup>2</sup>, Chi-Lun Wu<sup>1</sup> and Kae-Yih Wang<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Marine Fisheries Division, Fisheries Research Institute

<sup>2</sup>Department of Environmental Biology and Fishery Science, National Taiwan Ocean University

### ABSTRACT

In the past, the highest landings of the Loligo fishery in Taiwan reached 30,000 tons and the value of production reached 2.3 billion NT dollars in one year. However, the production has decreased dramatically in recent years, averaging less than one-third the catch of earlier years. This study focused on the age and growth of *Uroteuthis (Photololigo) chinensis*, *U. (P.) duvauceli* and *U. (P.) edulis*, which are the three major Loligo species in the waters around Taiwan. We hope the biological characteristics observed in this study will be helpful for the stock assessment of these resources. The results showed that the length-weight relationships differed between sexes for each species, and that such sexual dimorphism was significant for each species. The growth of the three species was fitted with power models and exponential models and the differences in slope and intercept among species were significant. The fastest growth was observed in *U. (P.) chinensis*, followed by *U. (P.) edulis* and *U. (P.) duvauceli*. The mantle length of mature individuals of *U. (P.) chinensis* and *U. (P.) edulis* were similar and were larger than 400 mm for males. The mantle lengths of *U. (P.) duvauceli* were smaller and the largest observed mantle length was 133 mm for females.

**Key words:** *Uroteuthis (Photololigo) chinensis*, *Uroteuthis (Photololigo) duvauceli*, *Uroteuthis (Photololigo) edulis*, age, growth

---

\*Correspondence: Fisheries Research Institute, 199 Hou-lh Road, Keelung 202, Taiwan. TEL: (02) 2462-4121 ext. 2308; FAX: (02) 2462-3110; E-mail: kywang@mail.tfrin.gov.tw