

臺灣北部水域經濟性烏賊與管魷類之漁業生物學研究

陳瑞谷·莊世昌·張可揚*

行政院農業委員會水產試驗所海洋漁業組

摘要

臺灣周邊水域之經濟性頭足類常因缺乏漁業生物學參數資料，而無法適當地評估漁業對其資源永續之影響。本研究分析臺灣北部水域之拖網調查，並統整先前研究之結果，以探察頭足類物種之漁業生物學參數，並探討其異速成長之差異。結果顯示，體長 - 體重關係式在多鈎腕魷及曲針烏賊具性別差異；而在葉足烏賊、唇瓣烏賊及福斯氏烏賊，則未具性別差異。從文獻中頭足類物種之體長 - 體重關係式計算參數 b 之中位數為 2.42，顯示臺灣水域頭足類物種多為負向異速成長。鎖管類物種之體長 - 體重關係式之 b 值具性別差異（但萊氏擬烏賊除外）；烏賊類物種則僅部分物種有性別差異。惟體長 - 體重關係式之性別差異不一定在該物種成熟體型上也出現性別差異。

關鍵詞：頭足類、性別二型、體長 - 體重關係式、臺灣北部水域、拖網

前言

臺灣北部水域，包括東海南部陸棚與臺灣海峽北部水域，為東海陸棚區及其延伸，此水域為中小型拖網及火誘網漁船之傳統作業區，並以頭足類為重要漁獲物種之一。過去臺灣之頭足類研究皆以產量較高之鎖管類物種為主 (Lu, 1998, 2002, 2010; 童, 2000; 黃, 2008; 陳等, 2009; Liao *et al.*, 2010; Wang *et al.*, 2010, 2013, 2015; 王等, 2011, 2014; Chen *et al.*, 2013, 2015; Chang *et al.*, 2014a, 2016; Chang *et al.*, 2014b; 張等, 2015; Chen *et al.*, 2016; Chiu *et al.*, 2017; Ching *et al.*, 2019; Lin *et al.*, 2019; Pang *et al.*, 2020)，其餘頭足類物種之研究仍相當有限，通常在大專院校之學位論文 (Lin, 1986; Liu, 2005; Lin, 2011; Ching, 2014; Hsu, 2014; You, 2014; Chiu, 2015; Liao, 2018a; Liao, 2018b)，或雜散在不定期的底拖網調查報告 (秦等, 2004; 陳等, 2014; 陳等, 2019)。

基本的漁業生物學參數可用於辨別相近物種 (Liao *et al.*, 2010; 張等, 2015)，而生活史參數之差

異，亦為確認潛在系群的方法之一 (Jennings *et al.*, 2001)，是漁業生物學之基礎工作 (Froese, 2006)。漁業資源之漁業生物學參數為分析開發系群資源量現況與變動之關鍵基礎，資源動態模式亦建構在此基礎上 (郭, 2013)。取得漁獲物種的體重資料是比體長更困難且耗時，特別是在搖晃的船上，需改以量測部分樣本後計算出該物種的體長 - 體重關係式 (length-weight relationship, LWR) 再用來推估其他個體的重量 (Jennings *et al.*, 2001; Froese *et al.*, 2006)，可藉部分樣本之體長及重量組成與 LWR 切分漁獲統計數據成資源評估模式所需參數。

如要推估產卵群生物量須先瞭解各年齡群之成熟個體比例 (Jennings *et al.*, 2001)，以部分樣本估算該物種之生活史參數後，可以用來推估漁獲物之族群結構，供漁獲統計與資源評估應用。評估海洋生態環境健康狀態需有參考指標 (Lappalainen *et al.*, 2016)，生活史參數可協助釐清魚類資源變動是否受漁業行為的影響，如利用成熟體型等參數來評估目標魚種所承受之漁獲壓力，及是否提早成熟 (Froese, 2004; Olsen *et al.*, 2004)，已在美麗突額隆頭魚 (*Semicossyphus pulcher*) (Hamilton *et al.*, 2007)、北海鱈魚 (*Gadus morhua*) (Froese *et al.*, 2008) 與波羅的海河鱸

*通訊作者 / 通訊作者/基隆市和一路 199 號, Tel: (02)2462-2101 ext. 2303; Fax: (02)2463-3110; E-mail: kychang@mail.tfrin.gov.tw

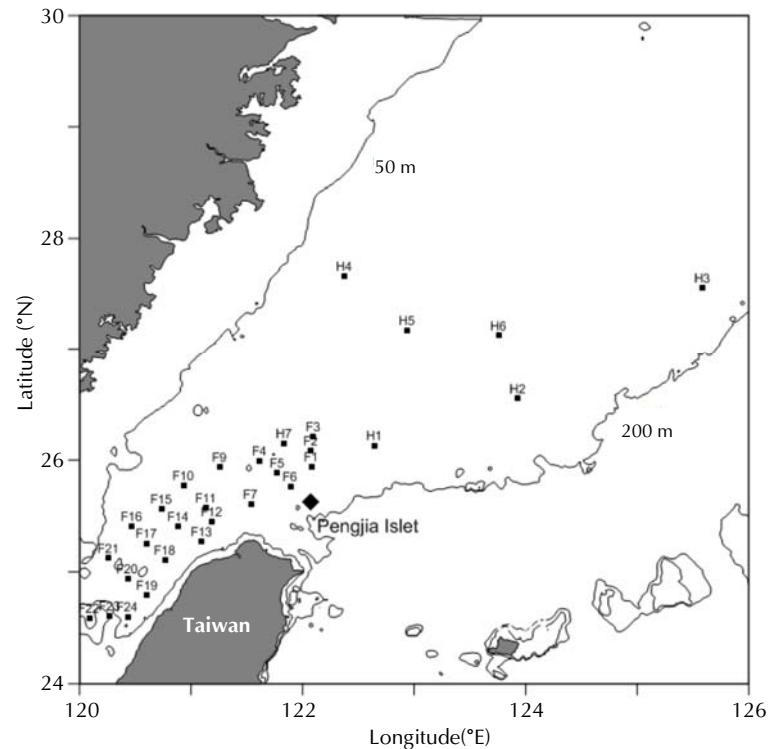


Fig. 1 Sampling sites in the waters off northern Taiwan in two trawling surveys (R/V *Haiyu* cruise in September 2010, H1 to H7 and R/V *Fishery Researcher 1* cruise in October 2012, F1 to F24).

(*Sander lucioperca*) (Lappalainen *et al.*, 2016) 實證。Hsieh *et al.* (2006) 分析生活史參數差異，確認漁業是造成目標魚種有更大的年間豐度變動原因。可知漁捕活動移除特定族群，會造成開發系群之生活史參數改變，較早成熟之個體，因提早離開漁場免於被漁捕而能傳承其特徵，這在生命週期短且行單次生殖之物種（如管魷類）更為明顯 (Rodhouse *et al.*, 1998; Murphy and Rodhouse, 1999)，可知基本生活史參數為保育與管理之根本。

資源評估為確保漁業資源永續之重要環節，惟現有漁獲物種多欠缺適當之漁獲量、試驗調查及生物學測量參數資料，以應用於現行資源評估模式中。即使已開發國家，亦僅有約 10 - 50% 之漁獲物種曾進行資源評估，其他則需考慮以科學研究為基礎之替代指標 (Carruthers *et al.*, 2014)。歐盟國家將漁獲物中成熟個體所佔比例，視為該族群是否承受嚴重漁獲壓力的指標之一，以成熟體型之變化作為漁業行為是否造成族群遺傳結構改變之指標 (ICES, 2012)。而拖網漁業捕獲之物種組成複雜，在缺乏物種組成與相關生物學參數下，將無法適當評估拖網對混獲族群可持續生產的影響 (Baje *et al.*, 2018)。本研究提供臺灣周邊水域頭足類物種之基本漁業生物學參數與其分布概況，並探討體長-體重關係上的性別差異與成熟體型上的

性別差異，除能增進對頭足類漁業生物學之瞭解，並有助於解析觀察員或查報員紀錄之漁獲資料。在漁業管理與查報系統漸趨完善的永續政策下，此結果應能提供瞭解漁業目標物種與非目標物種之變動與底拖網漁業經營管理及保育規劃之所需參數。

材料與方法

一、生物資料

本研究使用行政院農業委員會水產試驗所海富號試驗船 (2010 年 9 月 11 - 16 日)，與水試一號試驗船 (2012 年 10 月 10 - 27 日)，在東海陸棚與臺灣海峽水域進行拖網調查，海富號囊網網目 75 mm，水試一號囊網網目 70 mm，在囊網外部另外覆蓋網目 21.21 mm 外網留下所有漁獲物，兩船皆為單船網板型底拖網，皆以約 4 節速度於海床拖曳 1 小時後收回，作業測站如 Fig. 1 所示，各站當地水深請參見 Table 1。所有採得之頭足類樣本均於船上冰藏或冷凍保存，再攜回實驗室。於實驗室將樣本退冰，物種鑑定依 Jereb and Roper (2005, 2010) 及盧與鍾 (2017) 所述，並測量基本漁業生物學參數如外套長、全濕重與生殖腺重並判定性

別。參考 Boly and Rodhouse (2005) 所述生殖器官發育情形將成熟階段改分為四階段：1. 初始期：雄性精巢透明細小，精莖器官水滴狀無法區分各部，雌性卵巢近透明且小，纏卵腺 (glandula nidamentaria) 細長且薄無法區分各部；2. 未成熟：雄性精巢半透明且更立體，精莖器官可區分各部，雌性卵巢略白不透明更立體，隱約可見網狀構造，纏卵腺不透明且可見附屬器官；3. 成熟中：雄性精巢偏白更膨大且延伸至尾部，精莖器官各部明顯且有螺旋狀白紋，雌性卵巢可見卵粒，輸卵管明顯可見呈半透明，纏卵腺更腫大不透明，附屬器官明顯且帶黃至紅褐色斑紋；4. 已成熟：此時雄性精巢飽滿呈白色不透明狀，輸精管具精莖，交接腕特化明顯，雌性卵巢腫大，其內卵粒明顯膨大可見呈透明狀，纏卵腺與附屬器官明顯，輸卵管中可見卵粒。

二、漁業生物學參數

所有的數據整理及統計分析均使用 R 軟體 (version 3.4.2, R Development Core Team, 2017)。

(一) LWR

本研究之體長為外套長 (mantle length, ML)，體重為全濕體重 (gross weight, GW)。LWR

以 $GW = a \times ML^b$ 表示。應用 ANCOVA 檢定雌、雄性別間是否有顯著差異 (顯著水準為 5%)。

(二) 成熟體長 (length at 50% maturity, ML50)

依個體生殖腺外觀判斷是否已達成熟，轉換成二維變數 (1/0)，再對應體長套入 logistic 曲線計算成熟曲線，並以此成熟曲線來推估 50% 個體 (P = 50%) 達成熟時所對應之體長，視為成熟體長 (ML50)，以 1% 個體 (P = 1%) 成熟時所對應體長，視為最小成熟體長，而大於 99% 個體 (P = 99%) 成熟時所對應體長者為成熟個體。

(三) 頭足類之異速成長 (allometric growth)

本研究彙整臺灣周邊水域之頭足類研究文獻，探討頭足類異速成長之表現。LWR 之乘冪參數 (b)，可反映身體各部位之成長情形 (Froese, 2006)，當 b 值等於 3 時，表示等速成長 (isometric growth)，即魚體各部分呈等比例放大，幼魚與成魚有相近的外型。如果 b 值不等於 3，即為異速成長。當 b 值大於 3 時，為正向異速成長，表示魚體之體重成長較體長快，可能為肉增厚。當 b 值小於 3 時，為負向異速成長，表示魚體之體重成長較體長慢。因此 b 值所顯現係該物種外觀在個體發生 (ontogeny) 時各部位是否相等，而非外觀細長者具有較小之 b 值 (Hirst, 2012)。

Table 1 Summary information for cephalopod species in 30 stations off northern Taiwan. R/V HF: Sep 11–16, 2010; R/V FR: Oct 10–27, 2012

R/V	Station	Latitude (North)	Longitude (East)	Water depth(m)	Species sex	A.m F/M	M.t F/M	S.e F/M	S.f F/M	S.l F/M	S.p F/M	S.r F/M	S.v F/M	St.l F/M	T.p F/M
	H1	26°7.8'	122°39.0'	106	Total	0	0	0	19/18	0	0	0	0	0	0
					Mature				18/17						
	H2	26°33.0'	123°55.8'	137	Total	0	1/0	0	1/5	0	0	0	1/0	0	2/10
					Mature		1/0		0/0				0/0		1/5
	H3	27°33.0'	125°35.4'	111	Total	0	1/0	0	0/1	0	0	0	65/72	0	1/13
					Mature		1/0		0/0				1/10		0/2
HF	H4	27°39.6'	122°22.8'	81	Total	0	0	0	0	0	0	0	2/0	0	0
					Mature								2/0		
	H5	27°10.2'	122°56.4'	106	Total	0	3/1	0	0	0	0	0	0/1	0	0
					Mature		3/1						0/1		
	H6	27°7.2'	123°45.6'	112	Total	0	0	0	14/14	0	0	0	3/3	0	0
					Mature				2/8				2/0		
	H7	26°9.0'	121°50.4'	102	Total	0	0	0	0	0	0	0	0/2	0	0
					Mature								0/2		

Table 1 Continued

R/V Station	Latitude (North)	Longitude (East)	Water depth(m)	Species sex	A.m F/M	M.t F/M	S.e F/M	S.f F/M	S.l F/M	S.p F/M	S.r F/M	S.v F/M	St.l F/M	T.p F/M
F1	25°56.4'	122°4.8'	101	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F2	26°5.0'	122°4.8'	100	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F3	26°12.6'	122°6.0'	97	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F4	25°59.4'	121°37.2'	101	Total	206/45	0	0	0	0	0	0	0	0	2/0
				Mature	206/44									2/0
F5	25°52.8'	121°46.2'	112	Total	0	0	0	0	0/1	0	0	0	0	0
				Mature					0/1					
F6	25°45.6'	121°53.4'	122	Total	3/0	0	1/2	0	0	0	0	0	0	0
				Mature	3/0		0/2							
F7	25°36.6'	121°32.4'	120	Total	22/8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				Mature	21/5									
F9	25°56.2'	121°15.6'	74	Total	0	0	0	0	1/2	0	0	0	0	0
				Mature					0/0					
F10	25°46.2'	120°55.8'	79	Total	30/21	0	2/1	0	0	0	5/2	0	0	0
				Mature	18/18		0/1				0/0			
F11	25°34.2'	121°8.4'	86	Total	5/1	0	0	0	10/13	0	0/1	0	2/3	0
				Mature	4/1				0/0		0/0		0/3	
F12	25°27.0'	121°11.4'	63	Total	55/11	0	0	0	2/1	0	0	0	0/1	0
				Mature	51/9				0/0				0/1	
F13	25°16.2'	121°6.0'	76	Total							0/2	0	0	0
				Mature							0/2			
FR F14	25°24.0'	120°53.4'	88	Total	0	0	0	0	1/0	0	0	0	2/2	0
				Mature					0/0				0/2	
F15	25°33.6'	120°44.4'	71	Total	0	0	1/0	0	0	0	0	0	0	0
				Mature			0/0							
F16	25°24.6'	120°28.2'	61	Total	19/10	0	0	0	0	0	0	0	0/1	0
				Mature	18/7								0/0	
F17	25°15.6'	120°36.0'	79	Total	24/1	0	1/0	0	0	0	0	0	0	0
				Mature	18/0		0/0							
F18	25°6.0'	120°46.2'	88	Total	2/1	0	0	0	0/1	0	0/1	0	0	0
				Mature	2/1				0/0		0/0			
F19	24°47.4'	120°36.6'	63	Total	2/0	0	1/0	0	2/0	0/1	0/1	0	0/2	0
				Mature	2/0		0/0		0/0	0/1	0/0		0/0	
F20	24°56.4'	120°25.8'	74	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F21	25°7.2'	120°15.6'	52	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	1/1	0
				Mature									0/0	
F22	24°35.4'	120°5.4'	61	Total	0	1/0	2/0	0	0	0	2/2	0	0	0
				Mature		0/0	2/0				0/1			
F23	24°36.0'	120°16.2'	58	Total	0	0	0/1	0	0	0	0/1	0	0	0
				Mature			0/1				0/1			
F24	24°36.0'	120°25.8'	55	Total	0	0	1/0	0	1/0	1/0	7/7	0	0	0
				Mature			0/0		0/0	0/0	3/1			

R/V: research vessel; HF: R/V HaiFu; FR: R/V Fishery Researcher 1

Under sex, F means female, M means male

Species abbreviation: A.m: *Abralia multihamata*; M.t: *Metasepia. tullbergi*; S.e: *S. esculenta*; S.f: *S. foliopeza*; S.l: *S. lycidas*; S.p: *S. pharaonis*; S.r: *S. recurvirostra*; S.v: *S. vossii*; St.l: *Sepioteuthis lessoniana*; T.p: *Todarodes pacificus*

結 果

一、物種組成與分布

本研究採得頭足類 10 物種，包括 3 管魷類物種：多鈎鈎腕魷 (*Abralia multihamata*)、太平洋魷 (*Todarodes pacificus*) 及萊氏擬烏賊 (*Sepioteuthis lessoniana*)；以及 7 烏賊類物種：福斯氏烏賊 (*Sepia vossi*)、葉足烏賊 (*S. foliopeza*)、唇瓣烏賊 (*S. lycidas*)、曲針烏賊 (*S. recurvirostra*)、金烏賊 (*S. lesculenta*)、花烏賊 (*Metasepia tullbergi*) 及虎斑烏賊 (*S. pharaonic*) (Table 1)。其中，有 4 測站 (F1、F2、F3、F20) 未漁獲到頭足類物種，而 F19 站捕獲之物種數最多 (6 物種)，但各物種數量皆少。但在 H3 及 F4 測站則有單一物種達上百尾的情形。海富號與水試一號所採集到的頭足類物種組成有相當差異。依測站位置分析，葉足烏賊、福斯氏烏賊、花烏賊及太平洋魷主要出現在東海南部陸棚水域 (Fig. 1)，而曲針烏賊、多鈎鈎腕魷、唇瓣烏賊、金烏賊、虎斑烏賊及萊氏擬烏賊則出現在臺灣海峽北部水域。

考量樣本數對資料分析準確性之影響，本研究選取樣本數大於 30 尾之多鈎鈎腕魷、曲針烏賊、葉足烏賊、唇瓣烏賊及福斯氏烏賊進行漁業生物學參數分析，並與其他物種進行比較。

二、漁業生物學參數

(一) 多鈎鈎腕魷

本研究計採集多鈎鈎腕魷 518 尾，其中雌性 368 尾 (達成熟階段 343 尾)，雄性 98 尾 (達成熟階段 85 尾)，受損或無法判定性別 52 尾。雌雄性之已成熟個體達 80% 以上，其中在 F4 測站所捕獲者皆為已成熟個體。其他測站仍有體型很小，生殖腺特徵尚未發育之幼體。雄性體長範圍介在 16 - 32 mm，雌性個體則為 24 - 48 mm，雄性體長普遍比雌性個體小，且當體長大於 30 mm 即多是雌性個體 (Fig. 2)。

雌 / 雄兩性別在 LWR 上有顯著差異 (ANCOVA, $F_{1,464} = 6.35, p < 0.05$)，在相同體長下，雌性有較大的體重，雄魷 LWR 為 $GW = 0.0046 \times ML^{1.860}$ ($F_{1,96} = 181, p < 0.05, \text{adj-R}^2 = 0.6546$)，雌魷 LWR 為 $GW = 0.0016 \times ML^{2.212}$ ($F_{1,366} = 2130,$

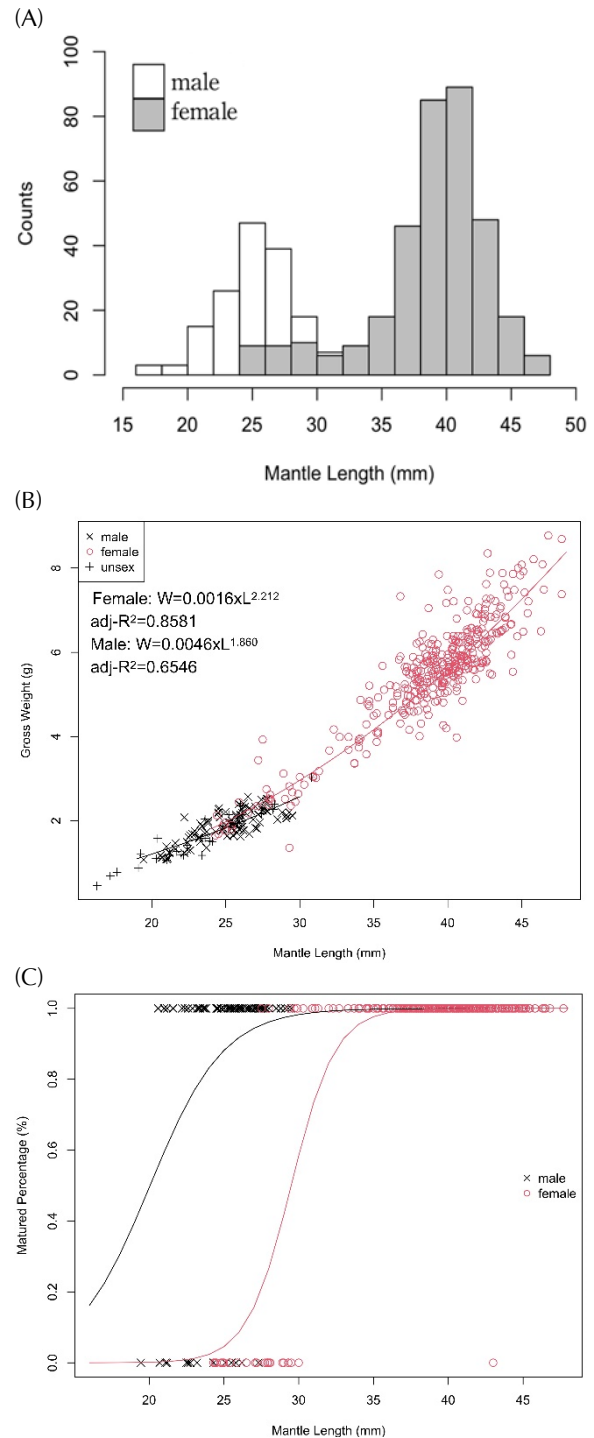


Fig. 2 The fisheries biology parameters of *Abralia multihamata* in the waters off northern Taiwan. (A) Mantle length distribution by sex; (B) length-weight relationship by sex; (C) percentage mature by ML class and estimated maturity curves for females and males.

$p < 0.05, \text{adj-R}^2 = 0.8581$)。從生殖器官外部型態判斷，雄魷在體長 20.6 mm 開始出現成熟個體，成熟曲線 $P_i = 1 / (1 + e^{-(8.15 - 0.41ML_i)})$ ($n = 98, \text{adj-R}^2 = 0.1072$)，推估最小成熟體長為 8.7 mm ($P = 0.01$)，

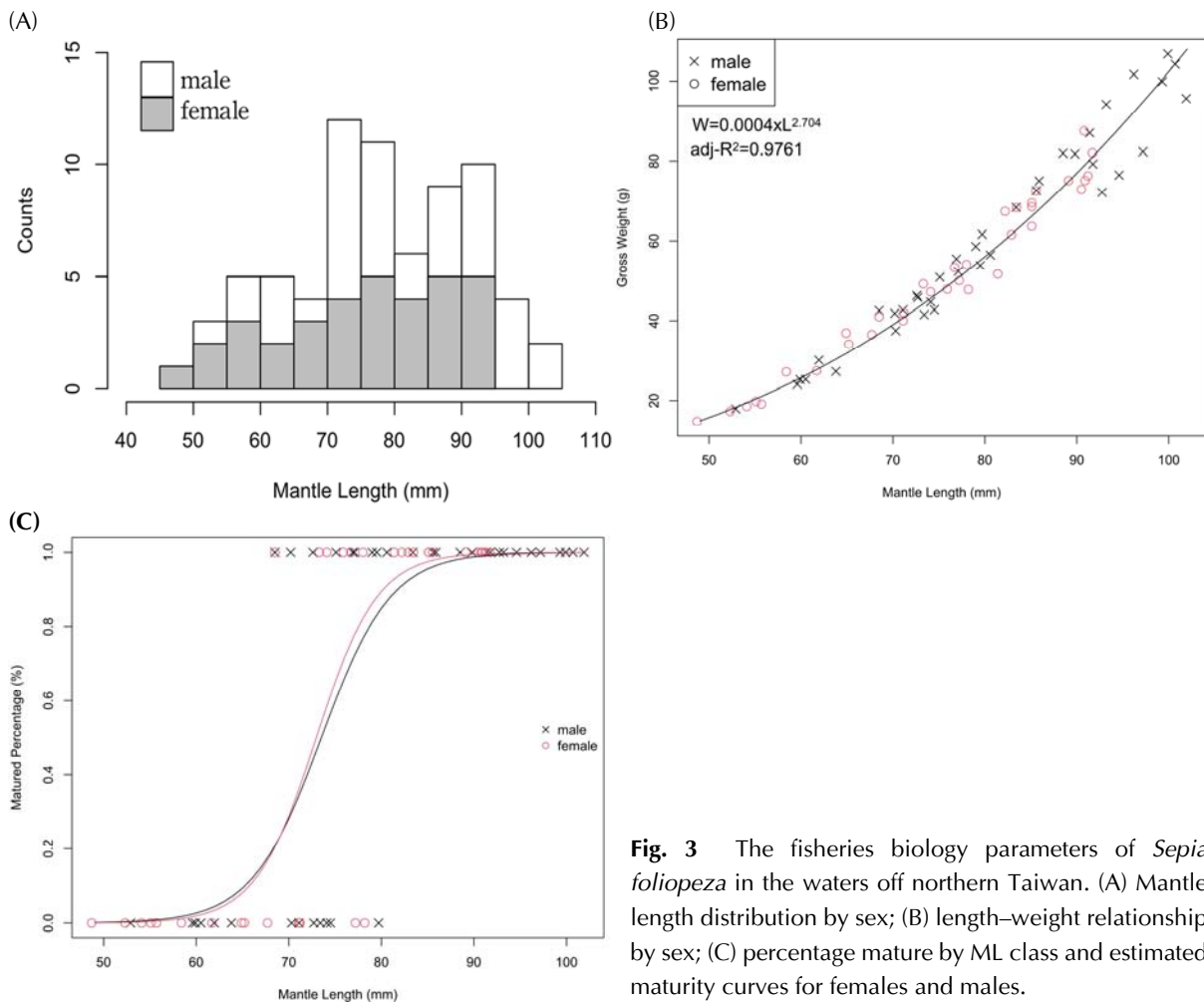


Fig. 3 The fisheries biology parameters of *Sepia foliopeza* in the waters off northern Taiwan. (A) Mantle length distribution by sex; (B) length–weight relationship by sex; (C) percentage mature by ML class and estimated maturity curves for females and males.

成熟體長 ($P = 0.5$) 為 20.1 mm，在 31.4 mm 以上皆為成熟個體 ($P = 0.99$)。雌魷最小成熟樣本為 26.5 mm，成熟曲線 $P_i = 1 / (1 + e^{-(20.00 - 0.68ML_i)})$ ($n = 368$, $adj-R^2 = 0.7297$)，推估最小成熟體長 22.7 mm ($P = 0.01$)，成熟體長 ($P = 0.5$) 為 29.5 mm，在 36.3 mm 以上皆為成熟個體 ($P = 0.99$)。ML50 在雌、雄間有顯著差異 (ANCOVA, $X^2_{463} = 119.88$, $p < 0.05$)。從上述結果可知，多鈎鈎腕魷之 LWR 有明顯的雌雄二型性，而 ML50 以雌魷較大。

(二) 葉足烏賊

本研究計採集葉足烏賊 73 尾，其中雌性 34 尾 (達成熟階段 20 尾)，雄性 38 尾 (達成熟階段 25 尾)。雌、雄兩性別體長範圍皆在 45 - 105 mm 間 (Fig. 3)。其 LWR 為 $GW = 0.0004 \times ML^{2.704}$ ($F_{1,71} = 2898$, $p < 0.05$, $adj-R^2 = 0.9761$)，雌、雄間無顯著差異 ($F_{1,71} = 0.0189$, $p > 0.05$)。由生殖腺外部型態判斷得知，雌、雄葉足烏賊最小成熟樣本皆為 68.5

mm，雌烏賊成熟曲線 $P_i = 1 / (1 + e^{-(22.23 - 0.30ML_i)})$ ($n = 34$, $adj-R^2 = 0.6167$)，雄烏賊成熟曲線 $P_i = 1 / (1 + e^{-(19.63 - 0.27ML_i)})$ ($n = 38$, $adj-R^2 = 0.5277$)，推估最小成熟體長為雌烏賊 57.9 mm 及雄烏賊 56.3 mm ($P = 0.01$)；成熟體長 ($P = 0.5$) 則為雌 73.0 mm 及雄 73.5 mm，雌烏賊體長在 88.1 mm，及雄烏賊體長在 90.7 mm 以上則為成熟個體 ($P = 0.99$, 雌/雄)。ML50 在雌、雄間沒有顯著差異 (ANCOVA, $X^2_{69} = 39.624$, $p > 0.05$)。從上述結果可知，葉足烏賊之雌、雄體型相近，在 LWR 與 ML50 上沒有明顯的雌雄二型性。

(三) 唇瓣烏賊

本研究計採集唇瓣烏賊 35 尾，其中雌性 17 尾 (皆未達成熟階段)，雄性 18 尾 (達成熟階段 1 尾)。雌、雄兩性別體長範圍皆在 60 - 230 mm 間 (Fig. 4)。其 LWR 為 $GW = 0.0003 \times ML^{2.770}$ ($F_{1,33} = 4025$, $p < 0.05$, $adj-R^2 = 0.9919$)，雌雄間

無顯著差異 ($F_{1,33} = 0.18, p > 0.05$)。因成熟個體過少，無法推估 ML50。

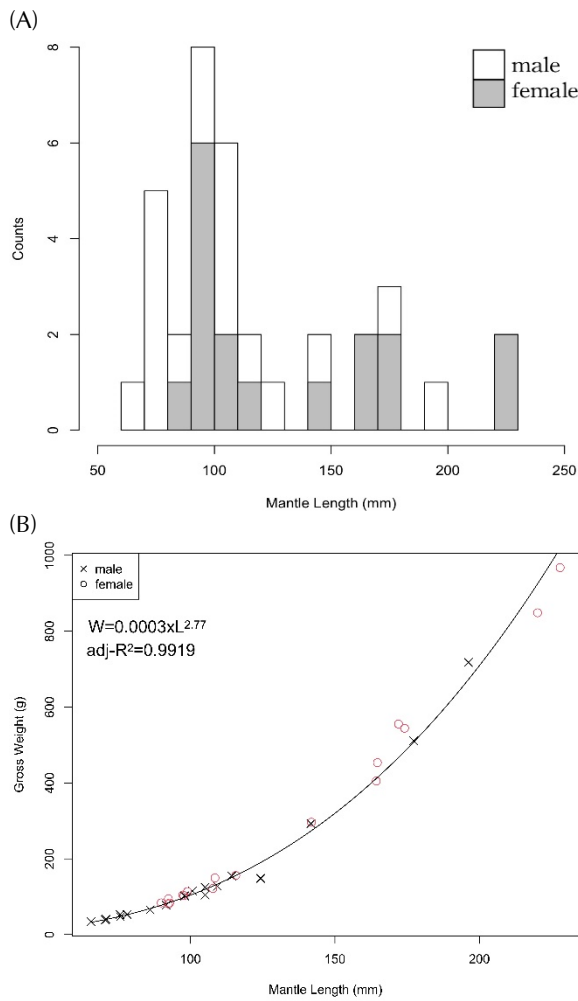


Fig. 4 The fisheries biology parameters of *Sepia lycidus* in the waters off northern Taiwan. (A) Mantle length distribution by sex; (B) length-weight relationship by sex.

(四) 曲針烏賊

本研究計採集曲針烏賊 31 尾，其中雌性 14 尾 (達成熟階段 3 尾)，雄性 17 尾 (達成熟階段 5 尾)。雌、雄兩性別體長範圍皆在 45 - 100 mm 間 (Fig. 5)。LWR 在雌、雄間有顯著差異 (ANCOVA, $F_{1,29} = 4.9652, p < 0.05$)，雄烏賊 LWR 為 $GW = 0.0004 \times ML^{2.710}$ ($F_{1,15} = 966.3, p < 0.05, adj-R^2 = 0.9837$)，雌烏賊為 $GW = 0.0033 \times ML^{2.224}$ ($F_{1,12} = 96.52, p < 0.05, adj-R^2 = 0.8802$)。雄烏賊在 75 mm 以上有較大之體重。從生殖腺外部型態判斷得知，雌/雄烏賊最小成熟樣本為 92.7/80.8 mm，因成熟個體樣本數不足，無法推估其成熟體長。

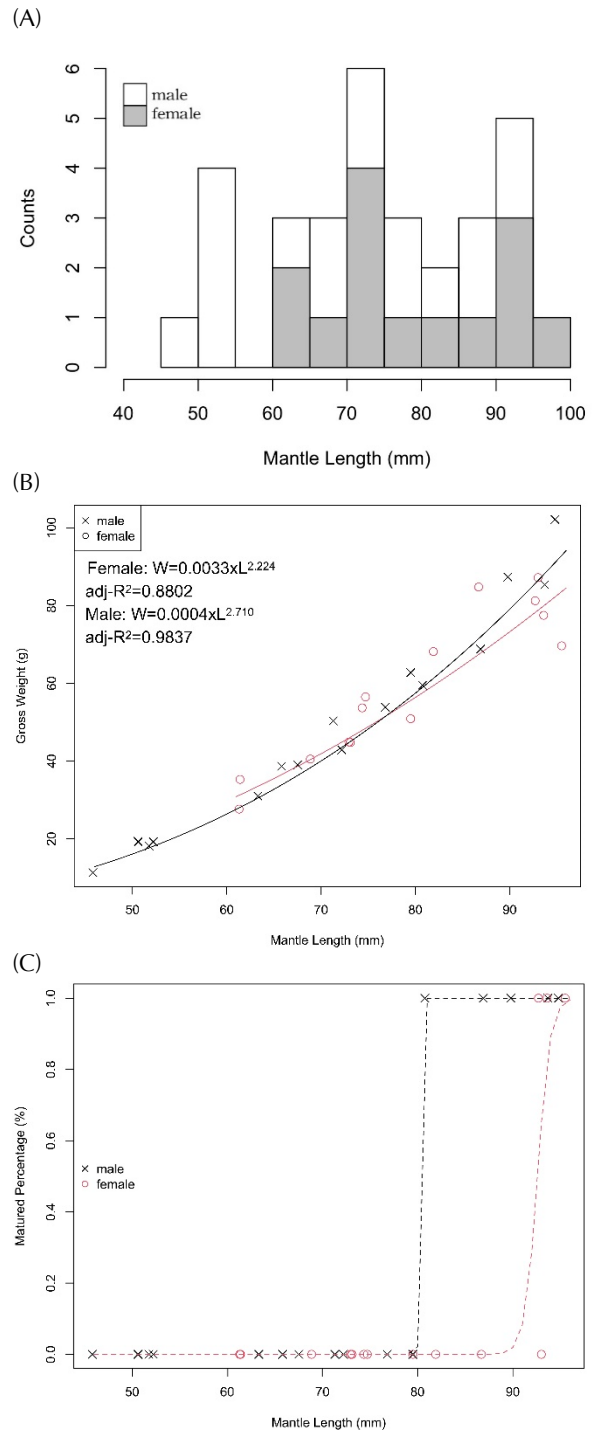


Fig. 5 The fisheries biology parameters of *Sepia recurvirostra* in the waters off northern Taiwan. (A) Mantle length distribution by sex; (B) length-weight relationship by sex; (C) percentage mature by ML class and estimated maturity curves for females and males.

(五) 福斯氏烏賊

本研究計採集福斯氏烏賊 149 尾，其中雌性 71 尾 (達成熟階段 5 尾)，雄性 78 尾 (達成熟階段 13

尾)。雌、雄間體長範圍相近，均在 40–105 mm 間 (Fig. 6)。其 LWR 為 $GW = 0.0003 \times ML^{2.797}$ ($F_{1,147} = 3997, p < 0.05, \text{adj-R}^2 = 0.9643$)，雌、雄間無顯著差異 ($F_{1,147} = 0.00, p > 0.05$)。

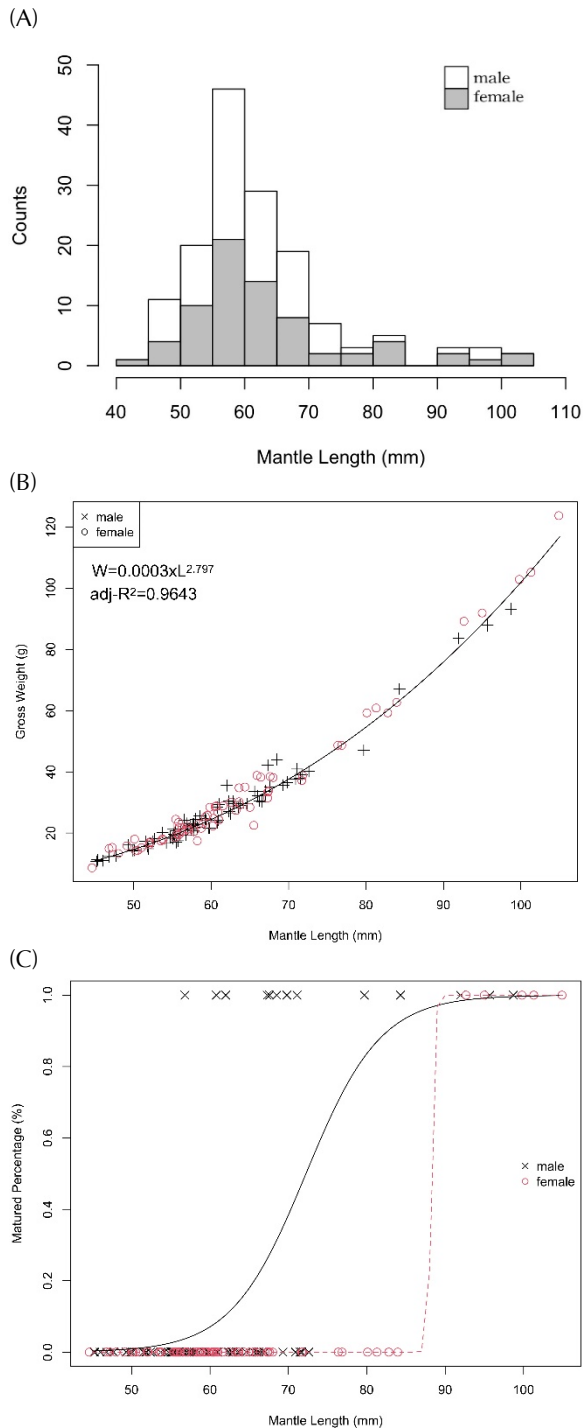


Fig. 6 The fisheries biology parameters of *Sepia vossi* in the waters off northern Taiwan. (A) Mantle length distribution by sex; (B) length–weight relationship by sex; (C) percentage matured by ML class and estimated maturity curves for females and males.

從生殖腺外部型態判斷得知，最小成熟樣本為雌 92.7 mm 及雄 56.8 mm，雄烏賊成熟曲線 $P_i = 1 / (1 + e^{-(15.19 - 0.21ML_i)})$ ($n = 78, \text{adj-R}^2 = 0.3834$)，推估最小成熟體長 50.4 mm ($P = 0.01$)，成熟體長 ($P = 0.5$) 為 72.2 mm，在 94.1 mm 以上應全為成熟個體 ($P = 0.99$)。因雌烏賊之成熟個體較少，無法推估其成熟體長。從上述結果可知，福斯氏烏賊雌、雄體型相近，在 LWR 上沒有性別差異。

三、頭足類之異速成長

經統整現有文獻與本研究所得臺灣周水頭足類 13 物種之 LWR b 值 30 筆 (Table 2)。其平均值為 2.398，中位數 2.420，為略呈左偏分佈但仍符合常態分佈 (Fig. 7, Shapiro test, $p > 0.05$)。烏賊類物種之 b 值，除雌性曲針烏賊外，皆大於 2.6，各物種性別間之 b 值互有高低。而管魷類物種之 b 值多小於 2.5，甚至小於 2.0，且雄性 b 值較小。

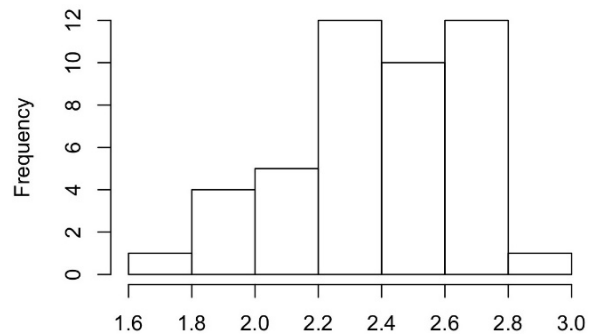


Fig. 7 Distribution of the b value of LWR for the 13 cephalopods species around Taiwan.

討論

本研究發現多鈎鈎腕魷、唇瓣烏賊與曲針烏賊等物種主要分布在臺灣海峽北部水域，而葉足烏賊與福斯氏烏賊等則分布在東海南部陸棚水域。此棲地分區現象符合先前之研究結果 (陳等, 2019)。分布類型可概分兩種，其一是零星個體散佈在大範圍海域中，如金烏賊與萊氏擬烏賊等。另一分布樣態則是成群聚集，單一樣點即捕獲總個體數一半以上，如多鈎鈎腕魷與葉足烏賊等，特別

是福斯氏烏賊有 93% 的個體都是在 H3 站捕獲。從成熟個體比例推論，多鈎鈎腕魷在 F4 站與葉足烏賊在 H1 站聚集，可能與生殖行為有關，但唇瓣烏賊與福斯氏烏賊在熱點（分別在 F11 與 H3）的成熟比例並不高。在各物種成熟個體比例方面，多鈎鈎腕魷、花烏賊與葉足烏賊的成熟比例較高，曲針烏賊、唇瓣烏賊、福斯氏烏賊與雌性萊氏擬烏賊之成熟比例則相當低，以致無法推估其成熟體長。因兩試驗船皆於囊網外附加等大小之外網，應不致對於物種組成與個體大小造成影響，惟兩船調查時間不同，調查水域僅在臺灣海峽北部重疊（H7、F1、F2 與 F3），只能確認應有洄游行為之上述頭足類確實會出現在捕獲水域中，而無法排除其在不同月份出現在其他水域中，也許此即為本研究無法捕抓到個體成熟度較高之曲針烏賊、唇瓣烏賊、福斯氏烏賊與雌性萊氏擬烏賊。

Froese (2006) 分析 FISHBASE (Froese and Pauly, 2019) 上 1773 種魚類的 3929 筆體長 - 體重關係式，其 b 值中位數為 3.03，指出魚類大致接近等速成長之假設，僅發現 3 魚類物種呈異速成長。經分析得知臺灣周邊水域 13 種頭足類 b 值中位數為 2.42，與 Hirst (2012) 統整頭足類 b 值 2.58 相近，可知臺灣頭足類物種 LWR 都呈負向異速成長 ($b < 3$)。大部分管魷類觸腕冠成長速度快於身體部呈正向異速成長，有益其捕抓更大獵物 (Boyle and Rodhouse, 2005)，在計算 LWR 時頭冠部重量被計入但其長度未被計入，相同體長之頭足類應比頭長

亦被計入之魚類為重，可推論頭足類 b 值應較等比重魚類為高。Rodhouse *et al.* (1998) 認為 *Illex coindetii* 之 b 值雄性較雌性為高即因雄性頭部與觸腕冠在成熟階段增長幅度大於雌性。Liu (2005) 指出劍尖槍鎖管與中國槍鎖管外套開口圓周長相對外套長呈負向異速成長，可知鎖管類確實有體型逐漸延長現象 (Jones *et al.* 2019)，Hirst (2012) 指出此體型延長現象應與頭足類利用噴射推進有關。惟 Liu (2005) 亦提及頭長變化幅度是隨外套長增加逐漸趨緩，若是將外套長加上頭長套入 LWR 求得之 b 值可預期會比 Table 2 所得略大。相反地，在 Rodhouse *et al.* (1998) 統整 1967-1992 年間在地中海與東大西洋間捕獲之 *I. coindetii* 其雄魷 b 值皆大於 3，雌魷平均 b 值為 2.92，皆高於本文結果。

依類緣關係分別檢視，僅兩種烏賊類在雌雄個體有顯著不同的體長體重關係，三種鎖管類 (*Uroteuthis*) 無論採集時間地點皆可見雌雄有顯著不同的體長體重關係，僅 Lin (1986) 在澎湖採集之劍尖槍鎖管沒有雌雄差異，而萊氏擬烏賊則是雌雄兩性體長體重關係都相近，若考慮外觀狹長型之多鈎鈎腕魷亦有顯著不同的體長體重關係，可能可以推論體長體重關係之性別二態或與頭足類外型有關，亦即外觀較寬胖如烏賊類較不會在體長體重關係上有性別差異，而外觀瘦長如管魷類應都有性別二態，惟仍須累積更多相關數據來確認，惟建議未來管魷類研究與資源分析若需使用重量參數時，應檢視是否有性別效應干擾。

Table 2 Estimated parameter b of the length-weight relationship and estimated length at maturity (ML50) of cephalopods species in Taiwan

Species	Sex	b value [#]	ML50 (mm)	Sampling site	Others	References
<i>Sepia esculenta</i>	F	2.656	114	Yilan Bay		You (2014)
	M	2.695	109			
<i>S. foliopeza</i>	F	2.712	73	Southern East China Sea		This study
	M	2.698	74			
<i>S. lycidas</i>	F	2.720	nd ^a	Northern Taiwan Strait		This study
	M	2.758	nd			
<i>S. madokai</i>	F	2.921	87	Yilan Bay		You (2014)
	M	2.722	61			
<i>S. recurvirostra</i>	F	2.224	nd	Northern Taiwan Strait		This study
	M	2.710	nd			
<i>S. vossi</i>	F	2.796	nd	Southern East China Sea		This study
	M	2.791	72			
<i>Doryteuthis sibogae</i>	mix	2.076	nd	Penghu		Lin (1986)

Table 2 Continued

Species	Sex	b value [#]	ML50(mm)	Sampling site	Others	References
<i>Loligo uyii</i>	F	2.248	nd	Penghu		Lin (1986)
<i>Uroteuthis chinensis</i>	F	2.370	nd	Penghu		Lin (1986)
	M	2.041	nd			
	mix	1.990	nd	Penghu		Liu (2005)
	mix	2.420	nd	Hsingchu		Liu (2005)
	F	2.314	184	Kaohsiung		Liao (2018a)
	M	2.119	182			
	F	2.382	169	Penghu		Liao (2018a)
	M	2.238	170			
	F	2.493	181	Penghu		Chiu (2015)
	M	2.436	171			
	F	2.750	nd	Penghu		Chang <i>et al.</i> (2014)
	M	2.110	nd			
<i>U. duvauceli</i>	F	2.670	nd	Northern Taiwan Strait		Chang <i>et al.</i> (2014)
	M	2.310	nd			
<i>U. edulis</i>	mix	2.420	nd	Southern East China Sea		Liu (2005)
	mix	1.959	nd	Penghu		Lin (1986)
	F	2.485	164/186*	Southern East China Sea	*SC/AC	Wang <i>et al.</i> (2008)
	M	2.426	121/169*		*SC/AC	
	F	1.950	nd	Southern East China Sea		Chang <i>et al.</i> (2014)
	M	1.750	nd			
	mix	2.535	nd	Southern East China Sea	SC	Hsu (2014)
	mix	2.381	nd	Southern East China Sea	AC	Hsu (2014)
	F	2.513	96	Penghu		Chiu (2015)
	M	2.363	82			
	F	2.347	153/145*	Southern East China Sea	*(CC/WC)	Liao (2018b)
	M	2.243	146/141*		*(CC/WC)	
	F	2.287	146/137*	Yilan Bay	*(CC/WC)	Liao (2018b)
	M	2.162	139/130*		*(CC/WC)	
	F	2.097	104/103*	Penghu	*(CC/WC)	Liao (2018b)
	M	1.970	84/69*		*(CC/WC)	
<i>Sepiateuthis lessoniana</i>	F	2.513	232	Keelung		Ching (2014)
	M	2.505	151			
	F	2.248	185	Penghu		Ching (2014)
	M	2.151	111			
	F	2.680	231	Keelung		Lin (2011)
	M	2.641	220			
<i>Abralia multihamata</i>	F	2.212	30	Northern Taiwan Strait		This study
	M	1.860	20			

[#]Parameters b with significantly different between male and female is shown in bold

*SC/AC: spring cohort/autumn cohort; SC: spring cohort; CC/WC: cold cohort/warm cohort, more details in reference; nd: non determined.

大部分經濟性海洋動物會在一年齡及體長範圍達成成熟階段，可以 logistic 曲線來描述此連續變化，再計算出成熟時體型 (Jennings *et al.*, 2001)。在 *Illex argentinus*, *Loligo vulgaris*, 劍尖槍鎖管及 *Octopus vulgaris* 已知雌性較晚成熟且成熟體型較雄性大 (Rodhouse *et al.*, 1998; Moreno *et al.*, 2005; Wang *et al.*, 2008; Cuccu *et al.*, 2013)，但部分物種則相反 (Boyle and Rodhouse, 2005)。由先前研究及本研究結果顯示，劍尖槍鎖管與萊氏擬烏賊不分地點與季節群，皆是雌性有較大成熟體長，金烏賊、馬氏烏賊與多鈎鈎腕魷也是，但中國槍鎖管之雌、雄成熟體型較為相近，而葉足烏賊則沒有顯著差異。總體來說，金烏賊、劍尖槍鎖管與多鈎鈎腕魷在體長 - 體重關係與成熟體型上皆有性別差異，而中國槍鎖管僅體長 - 體重關係有顯著性別差異，馬氏烏賊與萊氏擬烏賊則體長 - 體重關係上沒有性別差異，但雌性成熟體型較大，葉足烏賊則是在體長 - 體重關係與成熟體型上都沒有性別差異。由此可推論，臺灣頭足類物種在體長 - 體重關係與成熟體型上不一定有性別差異，且體長 - 體重關係上的性別二態，與成熟體型上的性別二態應分屬不同演化機制調節，如 Boyle and Rodhouse (2005) 指出雌性與雄性頭足類壽命相近，成熟體型上的性別二態應是成長或成熟受性別連鎖之遺傳因子受賀爾蒙或環境因子影響。

臺灣目前對頭足類物種之研究仍相當有限，僅少數物種有基本漁業生物學參數研究，包括烏賊類 6 物種，鎖管類 7 物種，章魚科則闕如。且研究多集中在中國槍鎖管、劍尖鎖管與萊氏擬烏賊。本研究新增臺灣周邊海域 5 種頭足類 (葉足烏賊、曲針烏賊、福斯氏烏賊、唇瓣烏賊及多鈎鈎腕魷) 之基本漁業生物學研究。一般而言，對生物之族群參數或生活史參數之探討，宜有較完整之終年或數年採樣資料並涵蓋所有分布水域 (Froese, 2006)，本研究所得之生物學參數係屬特定時間資料，相較於 Table 2 中先前研究成果多為整年資料，僅能反應調查當下狀況，意即在不同季節捕獲之葉足烏賊、唇瓣烏賊及福斯氏烏賊可能在體長 - 體重關係出現性別差異，需進一步研究。期望本研究結果能增進拖網漁業物種組成認識，及協助評估混獲族群資源之現況。

謝 辭

感謝王凱毅博士先前所蒐集之頭足類相關文獻，為本研究提供重要彙整資料來源。

參考文獻

- 王凱毅, 廖正信, 張可揚, 李國添 (2014) 臺灣海峽南部中國槍鎖管豐度與海表溫度異常之關係. 水產研究, 22 (2): 25-34.
- 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.
- 張可揚, 王凱毅, 廖正信, 吳繼倫 (2015) 臺灣北部海域劍尖槍鎖管單位努力漁獲量標準化之探討. 水產研究, 23 (2): 1-14.
- 秦韶生, 陳宗雄, 李嘉林, 黃士宗, 黃四字, 康偉福 (2004) 臺灣北部海域夏季中小型拖網漁業資源調查研究. 臺灣北部海域中小型拖網漁業資源調查研究.
- 陳威克, 莊世昌, 吳全橙, 吳繼倫, 劉光明 (2014) 臺灣北部海域底棲生物群聚結構的季節性差異. 水產研究, 22 (2): 1-11.
- 陳瑞谷, 王凱毅, 陳威克, 莊世昌, 張可揚 (2019) 臺灣北部水域經濟性頭足類物種之分布與環境因子影響. 水產研究, 27 (1): 1-12.
- 郭慶老 (2013) 新訂水產資源解析學. 水產試驗所特刊第17號, 行政院農業委員會水產試驗所, 151 pp.
- 盧重成, 鍾文松 (2017) 臺灣產頭足類動物圖鑑. 國立自然科學博物館, 560 pp.
- 邵廣昭, 張睿昇, 鄭明修等 (2015) 臺灣常見經濟性水產動植物圖鑑. 行政院農業委員會漁業署, 499 pp.
- 陳新軍, 劉必林, 王堯耕 (2009) 世界頭足類. 海洋出版社, 714 pp.
- 黃宗國 (2008) 中國海洋生物與種類. 海洋出版社, 1191 pp.
- 童逸修 (2000) 世界主要魷類圖鑑. 財團法人臺灣地區遠洋魷魚類產銷發展基金會, 241 pp.
- Baje, L., J. J. Smart, A. Chin, W. T. White and C. A. Simpfendorfer (2018) Age, growth and maturity of the Australian sharpnose shark *Rhizoprionodon taylori* from the Gulf of Papua. PLoS ONE, 13 (10): e0206581.
- Borcard, D., F. Gillet and P. Legendre (2011) Numerical Ecology with R. Springer, New York, U.S.A., 306 pp.
- Boyle, P. R. and P. G. Rodhouse (2005) Cephalopods: Ecology and Fisheries. Blackwell Science Ltd., Oxford, U.K., 230-231.
- Carruthers, T. R., A. E. Punt, C. J. Walters, A. MacCall, M. K. McAllister, E. J. Dick and J. Cope (2014)

- Evaluating methods for setting catch limits in data-limited fisheries. *Fish. Res.*, 153: 48-68.
- Chang, K. Y., C. H. Liao, H. T. Huang, C. L. Wu and K. Y. Wang (2014a) Age and growth of *Uroteuthis (Photololigo) chinensis*, *U. (P.) duvauceli* and *U. (P.) edulis* from the waters around Taiwan. *J. Taiwan Fish. Res.*, 22(1): 1-13. (in Chinese with English abstract).
- Chang, Y., J. W. Chan, Y. C. A. Huang, W. Q. Lin, M. A. Lee, K. T. Lee, C. H. Liao, K. Y. Wang and Y. C. Kuo (2014b) Typhoon-enhanced upwelling and its influence on fishing activities in the southern East China Sea. *Int. J. Remote Sens.*, 35 (17): 6561-6572.
- Chang, K. Y., C. S. Chen, T. Y. Chiu, W.B. Huang and T. S. Chiu (2016) Stock assessment of Argentine shortfin squid, *Illex argentinus* (Castellanos, 1960), in the Southwest Atlantic using geostatistic techniques. *Terr. Atmospheric Ocean. Sci.*, 27: 281-292.
- Chen, C. S. and B. W. Lee (2013) Trends in trawl-targeted species landings off northern Taiwan and effects of fishing and environmental factors. *Fish. Sci.*, 79: 163-176.
- Chen, C. S., J. Y. Chen and C. W. Lin (2015) Variation in life-history traits for micro-cohorts of *Sepioteuthis lessoniana* in the waters off northern Taiwan. *Fish. Sci.*, 81: 53-64.
- Chen, T. C., K. C. Ku and C. S. Chen (2016) Collaborative adaptive management for bigfin squid applied to tourism-related activities in coastal waters of Northeast Taiwan. *Ocean Coast Manag.*, 119: 208-216.
- Ching, T. Y. (2014) Spatial and temporal variation in life-history traits and statolith trace elements of the *Sepioteuthis lessoniana* around North Taiwan. Master Thesis, National Taiwan Ocean Univ., 75 pp. (in Chinese with English abstract).
- Ching, T. Y., C. S. Chen and C. H. Wang (2019) Spatiotemporal variations in life-history traits and statolith trace elements of *Sepioteuthis lessoniana* populations around northern Taiwan. *J. Mar. Biolog. Assoc. U.K.*, 99: 203-213.
- Chiu, C. K. (2015) Seasonal variation in species composition and life-history traits of dominant neritic squids species in Taiwan Strait. Master Thesis, National Taiwan Ocean Univ., 66 pp. (in Chinese with English abstract).
- Chiu, T. Y., T. S. Chiu and C. S. Chen (2017) Movement patterns determine the availability of Argentine shortfin squid *Illex argentinus* to fisheries. *Fish. Res.*, 193: 71-80.
- Cuccu, D., M. Mereu, A. Cau, P. Pesci and A. Cau (2013) Reproductive development versus estimated age and size in a wild Mediterranean population of *Octopus vulgaris* (Cephalopoda: Octopodidae). *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, 93 (3): 843-849.
- Froese, R. (2004) Keep it simple: three indicators to deal with overfishing. *Fish and Fisheries*, 5: 86-91.
- Froese, R. (2006) Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *J. Appl. Ichthyol.*, 22: 241-253.
- Froese, R., A. Stern-Pirlot, H. Winker and D. Gascuel (2008) Size matters: How single-species management can contribute to ecosystem-based fisheries management. *Fish. Res.*, 92: 231-241.
- Froese, R. and D. Pauly (eds) (2019) FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org. version (12/2019).
- Hamilton S. L., J. E. Caselle, J. D. Standish, D. M. Schroeder, M. S. Love, J. A. Rosales-Casian, O. Sosa-Nishizaki (2007) Size selective harvesting alters life histories of a temperate sex changing fish. *Ecol. Appl.*, 17: 2268-2280.
- Hirst, A. G. (2012) Intraspecific scaling of mass to length in pelagic animals: Ontogenetic shape change and its implications. *Limnol. Oceanography*, 57 (5):1579-1590.
- Hsieh, C. H., C. S. Reiss, J. R. Hunter, J. R. Beddington, R. M. May, G. Sugihara (2006) Fishing elevates variability in the abundance of exploited species. *Nature*, 443 (7113): 859-862.
- Hsu, Z. Z. (2014) Hatching cohort discrimination of swordtip squid (*Uroteuthis edulis*) off northeastern Taiwan in statolith structure and chemical signatures. Master Thesis, National Taiwan Ocean Univ., 56 pp. (in Chinese with English abstract).
- ICES (2012) Marine Strategy Framework Directive - Descriptor 3+, ICES CM 2012/ACOM:62. 173 pp.
- Jennings, S., M. J. Kaiser and J. D. Reynolds (2001) *Marine Fisheries Ecology*. Blackwell Science Ltd., Oxford, U.K., 184pp.
- Jereb, P. and C. F. E. Roper (2005) *Cephalopods of the World. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes*, No. 4, Vol. 1, Rome, Italy, 262 pp.
- Jereb, P. and C. F. E. Roper (2010) *Cephalopods of the world. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes* No. 4, Vol. 2. Rome, Italy, 605 pp.
- Jones, J. B., G. J. Pierce, F. Saborido-Rey, P. Brickley, F. C. Kuepper, Z. N. Shcherbich and A. I. Arkhipkin (2019) Size-dependent change in body shape and its possible ecological role in the Patagonian squid (*Doryteuthis gahi*) in the Southwest Atlantic. *Mar Biol.*, 166: 54.

- Lappalainen, A., L. Saksb, M. Sustarc, O. Heikinheimoa, K. Jurgensb, E. Kokkonena, M. Kurkilahtic, A. Verliinb and M. Vetemaa (2016) Length at maturity as a potential indicator of fishing pressure effects on coastal pike perch (*Sander lucioperca*) stocks in the northern Baltic Sea. *Fish. Res.*, 174: 47-57.
- 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. Technol.*, 18 (3): 405-412.
- Liao, C. T. (2018a) Age, growth and reproduction of *Uroteuthis (Photololigo) chinensis* in Taiwan Strait. Master Thesis, National Taiwan Ocean Univ., 93pp. (in Chinese with English abstract).
- Liao, Y. J. (2018b) Spatial and temporal variations in life-history traits and statolith trace elements of *Uroteuthis edulis* in the southern East China Sea. Master Thesis, National Taiwan Ocean Univ., 80 pp. (in Chinese with English abstract).
- Lin, Z. Y. (1986) Studies on morphology, species composition and fishing grounds of squids in surrounding waters of pescadores. Master Thesis, National Taiwan Ocean Univ., 121 pp. (in Chinese with English abstract).
- Lin, C. W. (2011) Growth and maturation of *Sepioteuthis lessoniana* in the coastal waters of North Taiwan. Master Thesis, National Taiwan Ocean Univ., 67 pp. (in Chinese with English abstract).
- Lin, C. Y., C. S. Chen and C. C. Chiao (2019) The overlapping reproductive traits of the two male mating types of the oval squid *Sepioteuthis lessoniana*. *Fish. Sci.*, 85: 339-347.
- Liu, T. Y. (2005) Studies on the population structure of swordtip (*Loligo edulis*) and mitre (*Loligo chinensis*) squids by using morphometric method. Master Thesis, National Taiwan Ocean Univ., 100 pp. (in Chinese with English abstract).
- Lu, C. C. (1998) Diversity of Cephalopoda from the waters around Taiwan. *Spec. Publ. Phuket Mar. Biol. Cent.*, 18 (2): 331-340.
- Lu, C. C. (2002) Cephalopod production from the waters around Taiwan. *Bull. Mar. Sci.*, 71 (1): 465-471.
- Lu, C. C. (2010) A new species of *Opisthoteuthis*, *O. dongshaensis* sp. nov., from the South China Sea (Cephalopoda: Cirrata: Opisthoteuthidae). *Zool. Stud.*, 49 (3): 405-420.
- Moreno, A., J. Pereira and M. Cunha (2005) Environmental influences on age and size at maturity of *Loligo vulgaris*. *Aquat. Living Resour.*, 18: 377-384.
- Murphy, E. J. and P.G. Rodhouse (1999) Rapid selection effects in a short-lived semelparous squid species exposed to exploitation: inferences from the optimisation of life-history functions. *Evol. Ecol.*, 13: 517-537.
- Olsen, E. M., M. Heino, G. R. Lilly, M. J. Morgan, J. Brattery, B. Ernande and U. Dieckmann (2004) Maturation trends indicative of rapid evolution preceded the collapse of northern cod. *Nature*, 428: 932-935.
- Palomares, M. L. D. and D. Pauly (Eds) 2019. SeaLifeBase. World Wide Web electronic publication. www.sealifebase.org, version (12/2019).
- Pang, Y., C. S. Chen and Y. Iwata (2020) Variations in female swordtip squid *Uroteuthis edulis* life-history traits between southern Japan and northern Taiwan (Northwestern Pacific). *Fish. Sci.*, 86: 1005-1017.
- Rodhouse, P. G., E. G. Dawe and R. K. O'Dor (1998) Squid recruitment dynamics. FAO Fisheries Technical Paper, No.376. Rome, FAO, 60 pp.
- R Core Team (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org>.
- You, Z. H. (2014) Seasonal variation in species composition of cuttlefish and life-history traits of dominant species in Yilan Bay. Master Thesis, National Taiwan Ocean Univ., 80pp. (in Chinese with English abstract).
- 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. Technol.*, 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 *Uroteuthis edulis* in response to environmental changes in the southern East China Sea-the cohort composition of monthly samples. *Bull. Mar. Sci.*, 89 (3): 677-698.
- Wang, K. Y., J. L. Chen, C. H. Liao, C. L. Wu and K. Y. Chang (2015) Use of a generalized additive model to examine factors influencing the CPUE of *Photololigo edulis*. *J. Fish. Soc. Taiwan*, 42 (2): 73-85.

Fisheries Biology Parameters for Economic Cuttlefish and Squid in the Waters off Northern Taiwan

Ruei-Gu Chen, Shih-Chang Chuang and Ke-Yang Chang*

Marine Fisheries Division, Fisheries Research Institute

ABSTRACT

The effects of fishing on stock sustainability of most cephalopod species around Taiwan cannot be properly assessed due to the lack of relevant fisheries biology estimates. In this study, two benthic trawling surveys conducted in northern Taiwan were analyzed and previous studies were reviewed to explore fisheries biology estimates of cephalopod species and discuss patterns of allometric growth. The results showed significant differences in the length–weight relationship (LWR) between sexes in *Abralia multihamata* and *Sepia recurvirostra*, but not in *S. foliopeza*, *S. lycidus*, and *S. vossi*. The median value of the estimated parameter b of LWR was 2.42, which indicated a tendency toward negative allometric growth of cephalopods around Taiwan. In *Uroteuthis* species, parameter b was significantly different between sexes. In contrast, only some *Sepia* species were significantly different between sexes and *Sepioteuthis lessoniana* did not show any significant differences. However, the size at maturity of a given cephalopod species could not be reliably estimated by its sexual dimorphism in LWR.

Key words: cephalopods, sexual dimorphism, weight-length relationship, waters off northern Taiwan, trawl

*Correspondence: 199 Hou-lh Road, Keelung 20246, Taiwan. TEL: (02)2462-2101 ext.2303; Fax: (02)2463-3110; E-mail: kychang@mail.tfrin.gov.tw