

台灣東部沿岸三種鶴鱗（扁鶴鱗、叉尾鶴鱗及鱷形叉尾鶴鱗）之體長與生殖參數研究

Body lengths and reproductive parameters of three needlefishes, *Ablennes hians*, *Tylosurus acus melanotus*, and *T. crocodilus crocodilus*, in coastal waters of eastern Taiwan

黃文彬* 簡僑均

Wen-Bin Huang* and Ciao-Jyun Jian

國立東華大學自然資源與環境學系 97401 花蓮縣壽豐鄉大學路二段一號

Department of Natural Resources and Environmental Studies, National Dong Hwa University, Hualien, Taiwan

*通訊作者：bruce@mail.ndhu.edu.tw

*Corresponding author: bruce@mail.ndhu.edu.tw

摘 要

扁鶴鱗、叉尾鶴鱗及鱷形叉尾鶴鱗均為溫、熱帶海域表層洄游之鶴鱗科魚類。本研究於 2009 年 2 月至 2010 年 6 月間，於台灣東部七星潭與石梯坪海域，利用定置網採集該 3 種魚類樣本。為了還原因長吻易斷而無法測量之標準體長，本研究建立此 3 種鶴鱗軀幹長與標準體長關係式，而此關係式不受性別與採集水域之影響。扁鶴鱗、叉尾鶴鱗及鱷形叉尾鶴鱗上下頷均完整而可測量標準體長之樣本，占本研究該種總樣本比例，分別為 36.11、53.07 及 91.30 %，還原後標準體長範圍分別為 47.5-89.9、53.3-88.9、43.3-116.6 cm。該 3 種鶴鱗雌魚之平均標準體長均大於雄魚。本研究亦估算此 3 種鶴鱗之體長與體重關係式，而此等關係式會因魚種之不同而出現性別與採集水域影響之差異。叉尾鶴鱗生殖腺指數(GSI)、肝體指數(HSI)和肥滿度(CF)等生殖參數會受到性別和/或採樣區之顯著影響，但是扁鶴鱗與鱷形叉尾鶴鱗則否。由 GSI、HSI 及 CF 之月別變化來推測，叉尾鶴鱗在台灣東部沿岸之生殖季至少在 4 月到 6 月，扁鶴鱗至少在 2 月到 5 月，惟鱷形叉尾鶴鱗因樣本過

少而無法判定。性比(SR)在扁鶴鱚顯著較高(58.5%)，然而叉尾鶴鱚(41.3%)與鱷形叉尾鶴鱚(39.6%)則均較低，但僅前者達顯著水準。雖然如此，此3種鶴鱚之性比均有隨體長之增加而有增高的現象發生。

Abstract

Flat needlefish, *Ablennes hians*, keel-jawed needle fish, *Tylosurus acus melanotus*, and hound needlefish, *T. crocodilus crocodilus*, are common migratory pelagic Belonidae fish in the temperate and tropical waters. These three needlefishes were collected from February 2009 to June 2010 using set nets in coastal waters of Chishingtan and Shihtiping in eastern Taiwan. Relationships between body lengths and standard lengths (SLs) were investigated in this study because SLs are often unmeasurable due to the fish's long slender jaw that can easily break during capture. The relationship was unaffected by gender and habitat waters. Percentages of *A. hians*, *T. acus melanotus*, and *T. crocodilus crocodilus* individuals with complete long slender jaws and SLs measured in the samples of this study were 36.11, 53.07, and 91.30%, respectively. Ranges of the estimated SLs for these three needlefishes were 47.5-89.9, 53.3-88.9, and 43.3-116.6 cm, respectively. Mean SLs of females were larger than those of males for all three needlefishes. Relationships between SL and body weight (BW) were estimated, and the effects of gender and habitat waters significantly varied among species. As to the reproductive parameters, the gonadosomatic index (GSI), hepatosomatic index (HSI), and condition factor (CF) were significantly affected by gender and/or habitat waters for *T. acus melanotus* but not for *A. hians* and *T. crocodilus crocodilus*. From the monthly variations of the GSI, HSI and CF, the reproductive season was estimated at least from April to June for *T. acus melanotus*, at least from February to May for *A. hians*, but was not clear for *T. crocodilus crocodilus* due to insufficient samples. The sex ratio (SR) was significantly higher in *A. hians* (58.5%), but lower in *T. acus melanotus* (41.3%) and *T. crocodilus crocodilus* (39.6%), and only that of *T. acus melanotus* reached significance. However, SR was found to increase with SL in all three needlefishes.

關鍵詞：體長體重關係、生殖腺指數、肝體指數、肥滿度、性比、生殖季節

Key words: body length-weight relationship, gonadosomatic index, hepatosomatic index, condition factor, sex ratio, spawning season

收件日期：2014年04月14日 接受日期：2014年06月24日

Received: April 14, 2014

Accepted: June 24, 2014

前 言

鶴鱗科 (Belonidae) 魚類，英文名為 needlefishes，在台灣俗稱為學仔或青旗等，在分類學上屬鶴鱗目 (Beloniformes) (沈 1993)。鶴鱗科魚類的魚體外型大多細而長且呈圓柱或側扁，雙頷延長如針狀且上頷略短，每側具細齒且外側有一行稀疏之大犬齒 (沈等 1993)；體色背部藍綠色、腹部銀白，背鰭與臀鰭位置相對，胸鰭及腹鰭短小 (Collette 1999)。除鶴鱗科外，在鶴鱗目內尚有鱗科 (Hemiramphidae)、秋刀魚科 (Scomberesocidae)、飛魚科 (Exocoetidae) 及異鱗科 (Adrianichthyidae) 等 4 科 (Nelson 2006)。其中，由 DNA 序列發現，與鶴鱗科親緣關係最相近的是秋刀魚科，並且只有下頷延長的鱗科不是鶴鱗科之幼型滯留 (paedomorphic) (Lovejoy 2000; Lovejoy *et al.* 2004)。

鶴鱗科魚類主要分布於溫帶至熱帶之海域，例如日本、台灣、澳洲、巴基斯坦、印度及東南亞國家等水域，但是在南美洲及東南亞河流之淡水或半淡鹹水域中亦可捕獲 (Collette 1999; Nelson 2006)。目前，全世界之鶴鱗科魚類共有 10 屬 34 種 (Nelson 2006)，而在較新的台灣魚類資料庫世界魚類分類階層樹狀名錄中則記錄有 11 屬 50 種 (邵 2014)。在台灣之記錄有 4 屬 7 種 (沈 1993)，分別為扁頷針魚屬 *Ablennes* (扁鶴鱗 *A. hians*)、寬尾頷針魚屬 *Platybelone* (寬尾鶴鱗 *P. argalus platyura*)、柱頷針魚屬 *Strongylura* (鶴鱗 *S. anastomella*、台灣圓尾鶴鱗 *S. leiura* 及圓尾鶴鱗 *S. strongylura*)、圓頷針魚屬 *Tylosurus* (叉尾鶴鱗 *T. acus melanotus* 及鱷形叉尾鶴鱗 *T. crocodilus crocodiles*)。該 7 種鶴鱗科魚類，在台灣北部 (含東北部) 之沿岸均可發現其蹤跡，而其中屬於全

台沿岸 (不含離島) 分布的種類有扁鶴鱗、台灣圓尾鶴鱗、叉尾鶴鱗及鱷形叉尾鶴鱗等 4 種；就出現頻度而言，以扁鶴鱗、鶴鱗、台灣圓尾鶴鱗及叉尾鶴鱗等 4 種為常見種，而寬尾鶴鱗、圓尾鶴鱗及鱷形叉尾鶴鱗等 3 種則為罕見種 (沈 1984, 1990, 1993; 陳和于 1993; 邵 2014)。

鶴鱗科魚類通常由定置網、流刺網、手拋網、圍網或手釣等漁法所捕獲 (Collette 1999; Nelson 2006)。在國外，鶴鱗科魚類主要以圍網方式捕獲 (Uckun *et al.* 2004; Samsun *et al.* 2006)。在台灣，主要以定置網、流刺網及手釣等方式捕獲 (邵 2014)。由於全台灣約有 75 % 之定置網設置在東部 (盧 2006)，所以目前鶴鱗科魚類在台灣東部沿岸以定置網捕捉為大宗，西部則以流刺網捕獲量相對較大。此外，手釣鶴鱗科魚類之旺季為夏季 (邵 2014)。由於鶴鱗科魚類之魚體內通常有寄生蟲存在 (Tavares *et al.* 2004; Mohammed *et al.* 2006)，並且多刺肉少，所以價格低廉，較少在一般魚市場銷售，而經常於卸魚場拍賣後直接作為餌料利用。

目前，在國外有關研究鶴鱗科魚類之漁業生物學文獻很多，然而由於商業漁獲之重要性因素，科學研究的重心則集中在具經濟價值之頷針魚 *Belone belone* (Uckun *et al.* 2004; Samsun *et al.* 2006)。目前已經瞭解，頷針魚在黑海及 Izmir 灣中捕獲之雄雌魚性比均約為 2 : 1，但此魚的成熟體長會因地區之不同而異，例如在 Izmir 灣中最小成熟雌魚之尾叉長 (fork length) 為 30.4 cm，而在黑海中雌魚全長 (total length) 達到 38.8 cm 始成熟 (Uckun *et al.* 2004; Samsun *et al.* 2006)。頷針魚雌魚之平均體長大於雄魚 (Dorman 1989)。頷針魚之產卵期與產卵數會因在不同水域棲息而異，例如在土

耳其鄰近之黑海中，額針魚之產卵期為 5-9 月，孕卵數為 0.8-5.0 萬顆(Samsun *et al.*2006)；在 Izmir 灣中，額針魚之產卵期為 3 月底至 4 月初，孕卵數為 0.1-2.0 萬顆(Uckun *et al.*2004)。在南愛爾蘭科特麥克謝裏(Courtmacsherry)灣中，額針魚之產卵期 6 月(Dorman 1989)；在瑞典西岸及 Baltic 海中，額針魚之產卵期分別為 8-9 月及 5-6 月，孕卵數為 0.2-1.0 萬顆(Dorman 1991)。除額針魚外，其他鶴鱗科魚類的研究頗為零星，例如：在大西洋鶴鱗 *Strongylura marina* 之鰻型運動(anguilliform locomotion)研究中發現，該魚的流速為 0.25-2.0 全長/秒(Liao 2002)。淡水東南亞鶴鱗 *Xenentodon cancila* 之卵直徑約為 3 mm，在 27 °C 下孵化期為 7-8 天，最大年齡可達 6 歲(Foster 1973)。

鶴鱗科魚類雖為可食用魚類(沈 1984)，但是在台灣對該科魚類之相關研究文獻很少，甚至連其漁獲量在「中華民國台灣地區漁業統計年報」中亦尚未見有項目和紀錄。在台灣沿岸常見的鶴鱗科魚類，如在東部沿岸漁產量頗為豐富的扁鶴鱗與叉尾鶴鱗等 2 種魚類，目前在相關漁業生物學上尚無研究文獻或紀錄。目前，僅有少數的碩士論文內文中零星記載，例如在探討不同定置漁場之優勢魚種變動時指出，大部分東、南部定置漁場於夏、秋季可捕獲叉尾鶴鱗(高 2007；姜 2009)，而部份定置漁場(宜蘭東澳新協發漁場)於冬、春季可捕獲鱷形叉尾鶴鱗(高 2007)。叉尾鶴鱗在宜蘭縣新協發漁場之漁期為 11-12 月及 4-5 月，在花蓮縣佳豐定置漁場為 11-12 月(高 2007)；而在屏東縣滿豐定置漁場之漁期為 3-6 月，在花蓮縣長春定置漁場為 11 月及 4-6 月(姜 2009)。另外，在生殖生物學方面，目前僅有一篇文獻探究台灣小琉球海域之叉尾鶴鱗生殖特性(Liao and Chang 2011)。其研究結果指出，叉尾鶴鱗

雌魚之產卵模式為分批同步成熟型(group-synchronous)，在小琉球海域全年雄、雌魚之性比為 1:1，性成熟體長分別為 56.8、53.3 cm，產卵期為 4-8 月，孕卵數為 1.4-5.6 萬顆，單次產卵數為 0.1-2.5 萬顆，並且產卵數會隨體重增加而增多。除叉尾鶴鱗及鱷形叉尾鶴鱗等兩種鶴鱗科魚類外，在台灣可發現之另 5 種鶴鱗科魚類相關之基礎生物學研究或生殖季記錄，尙付之闕如。

在台灣東部沿岸定置網漁業中，常見且捕獲量較大的鶴鱗科魚類有扁鶴鱗與叉尾鶴鱗等 2 種，而鱷形叉尾鶴鱗常常與此 2 種鶴鱗同時被捕而常見於定置網漁獲物中，惟其被捕獲之尾數極少。這 3 種台灣東部沿岸常見鶴鱗科魚類在外形特徵上之差別，可參考沈(1993)及 Collette (1999)等文獻，然而就採樣現場實際之簡要區分而言，魚體明顯扁平且體側中央具有 12 - 14 條橫帶者為扁鶴鱗，而魚體體柱為圓形者為叉尾鶴鱗與鱷形叉尾鶴鱗。後兩者在外觀上極為相似，但是可以從該魚上頷基部向上彎曲、兩頷間產生縫隙、尾鰭呈單深叉形，或上頷平直、兩頷間無縫隙、尾鰭呈雙凹形，作為叉尾鶴鱗或鱷形叉尾鶴鱗之判定。此外，由於這 3 種鶴鱗科魚類之價格低廉且國人對於其熟悉度不高，所以目前在國內之生物學資料及生殖相關研究相當稀少。近年來，越來越多的台灣東部定置網漁業者表示，鶴鱗科魚類漁獲量有日益減少之情形。因此，為了台灣東部沿岸鶴鱗科魚類之永續利用，本研究進行該 3 種鶴鱗科魚類基礎生物學之體長與體重關係建立，以及包含生殖腺指數(gonadosomatic index, GSI)、肝體指數(hepatosomatic index, HSI)、肥滿度(condition factor, CF)及性比(sex ratio, SR)等生殖參數之變動分析，以推估其生殖季月份。

材料與方法

一、樣本採集

扁鰻、叉尾鰻及鱷形叉尾鰻等 3 種鰻科魚類魚體樣本，係於 2009 年 2 月至 2010 年 6 月間，固定於每月中旬(約在 13 - 18 日)至台灣東部七星潭與石梯坪沿岸水域之定置漁場各採集 1 次(圖 1)。在本研究期間採集之扁鰻、叉尾鰻及鱷形叉尾鰻樣本，分別有 159、409 及 48 尾，共計 616 尾(表 1)。

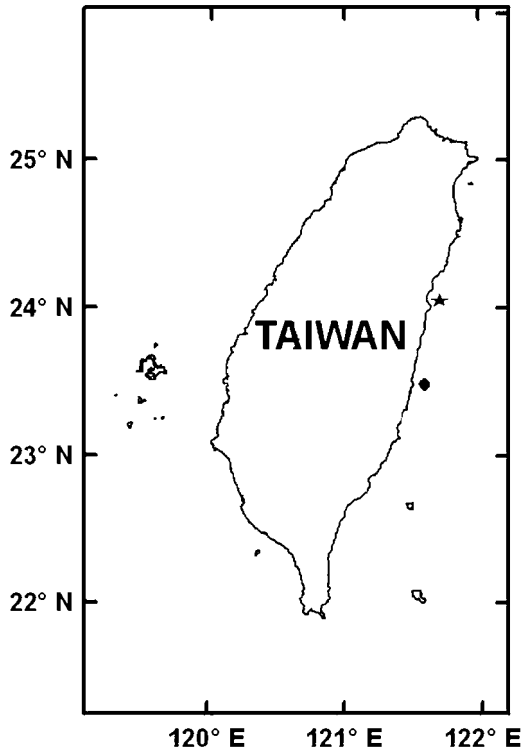


圖 1. 2009 年 2 月至 2010 年 6 月在台灣東部七星潭(★)和石梯坪(●)水域採集鰻科魚類之位置。

Fig. 1. Sampling locations of the Belonidae fish from February 2009 to June 2010 in coastal waters of Chishingtang(★) and Shihtiping (●), eastern Taiwan.

採集當日，俟定置漁場漁獲卸魚時，隨機選取鰻魚體樣本 40 - 60 尾(樣本數低於 40 時全部取樣)後，帶回實驗室冷藏。在實驗室中，先將魚體樣本退冰後，始進行標準體長(standard length)及體重(body weight)等測量。並且，本研究考量在漁獲物中鰻科魚類之上下頷容易因外力斷裂而無法進行標準體長之測量，因此自 2009 年 6 月開始，在量取標準體長(魚體下頷至尾叉前肉質基部)之外，特別依據 Collette (1999)之定義，同時量取自魚體鰓後緣至尾叉前肉質基部間之軀幹長(body length)。體長測量完成後，繼續進行魚體解剖，在取出及測量生殖腺及肝臟重量後，根據生殖腺外形、顏色、卵的有無等特徵進行性別之判定。最後，在去除體內所有內臟後，測量去內臟體重(gutted body weight)。上述各長度測量精確度量至 0.1 cm，重量測量精確度量至 0.01 g。

二、生殖參數與性比

各生殖參數之描述與計算方法如下：(1) 生殖腺指數(GSI)為描述生殖腺相對大小之指數，其變化能反應生殖腺發育的生長過程，其計算式為 $GSI = \text{生殖腺重}/\text{去內臟重} \times 10^3$ 。(2) 肝體指數(HSI)為魚類於生長過程中肝臟發育程度之指數，其在生殖成熟過程中與能量消耗和儲存及卵黃堆積有關，計算式為 $HSI = \text{肝臟重}/\text{去內臟重} \times 10^3$ 。(3) 肥滿度(CF)為魚類之魚體肥滿程度，可代表脂肪的累積與生殖腺的發育，計算式為 $CF = \text{體重}/(\text{標準體長})^3 \times 10^3$ 。(4) 性比(SR)為總魚數中雌魚所佔之數量比例，是決定種群繁殖力(fecundity)的重要因素之一(殷 1998)，計算式為 $SR = \text{雌魚數}/(\text{雌魚數} + \text{雄魚數}) \times 100\%$ 。

表 1. 2009 年 2 月至 2010 年 6 月在台灣東部七星潭(CST)和石梯坪(STP)沿海採樣之鶴鱖科魚類雄魚(M)和雌魚(F)樣本數

Table 1. Sample sizes of Belonidae males (M) and females (F) from February 2009 to June 2010 in coastal waters of Chishingtan (CST) and Shihtiping (STP), eastern Taiwan

Year	<i>A. hians</i>				<i>T. acus melanotus</i>				<i>T. crocodilus crocodiles</i>			
	CST		STP		CST		STP		CST		STP	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
2009												
Feb	6	10	-	-	1	12	-	-	-	-	-	-
Mar	6	12	-	-	20	7	2	1	-	-	-	-
Apr	4	10	3	-	41	5	29	27	-	-	2	-
May	-	-	-	-	27	5	2	2	-	-	-	-
Jun	-	-	-	-	6	22	14	16	-	1	-	-
Jul-Sep	Fishing moratorium											
Oct	-	-	-	-	9	18	-	-	-	-	-	-
Nov	12	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dec	19	15	-	-	-	1	-	-	3	-	-	-
2010												
Jan	9	13	2	2	-	3	-	-	11	14	3	1
Feb	-	2	-	-	9	17	-	-	9	3	-	-
Mar	-	-	-	-	18	9	-	-	1	-	-	-
Apr	1	-	-	-	28	16	-	-	-	-	-	-
May	4	6	-	-	10	2	-	-	-	-	-	-
Jun	-	-	-	-	24	6	-	-	-	-	-	-
Total	61	91	5	2	193	123	47	46	24	18	5	1

- No individual collected

三、統計與分析

以泛線性迴歸模式 (general linear regression model) $Y = b_0 + b_1 X + b_2 S_i + b_3 A_j + b_4 X S_i + b_5 X A_j + b_6 S_i A_j + b_7 X S_i A_j$ (其中, Y 為標準體長(cm)、X 為軀幹長(cm)、S 為性別(i = 1(雄)、0(雌))、A 為採樣區(j = 1(七星潭)、0(石梯坪))、 b_0 - b_7 為迴歸參數), 使用軀幹長(X)來回推上下頷斷裂樣本魚之標準體長(Y), 並且檢驗性別(S)與採樣區(A)之影響。體長與體重關係式, 以取自然對數後之體長與體重數值, 再次套用上述泛線性迴歸模式(此時 Y 為 ln(體重)、X 為 ln(標準體長)), 並且檢驗性別(S)與採樣區(A)對體長與體重關係式之影響。以長條圖檢視標準體長頻度分布, 並且雄、雌魚之分布皆以 2 cm 為間隔, 而此間隔之範圍定義, 如 70 cm 為標準體長間隔 68.1 - 70.0 cm。以雙因子變異數分析法(two-way ANOVA), 檢定性別和採樣區是否影響 GSI、HSI 及 CF 等生殖參數之表現。以卡方檢定(χ^2 test)檢測樣本魚雌:雄比是否為 1:1。上述之統計計算與分析, 皆以 Microsoft Office Excel 2003 及 SPSS (ver. 12.0)套裝軟體進行。

結果

一、標準體長與軀幹長關係

在本研究採集的2009年6月至2010年6月樣本魚中, 扁鶴鱗、叉尾鶴鱗及鱷形叉尾鶴鱗之樣本分別為108、228及46尾, 其中上下頷均完整而可測量標準體長之樣本尾數(比例), 分別為39(36.1%)、121(53.1%)及42(91.3%), 由此可見扁鶴鱗之長吻最容易因外力而斷裂, 叉尾鶴鱗居中, 而鱷形叉尾鶴鱗長吻之強度最高。經泛線性迴歸模式之檢定分析結果顯示, 性別、採樣區及其交互作用, 在扁鶴鱗、叉尾

鶴鱗及鱷形叉尾鶴鱗等3種鶴鱗科魚類之標準體長與軀幹長關係式中, 皆未達顯著水準($p > 0.05$), 因此該等關係式可簡化分別為:

扁鶴鱗之標準體長 = $6.11 + 1.24$ 軀幹長 ($r^2 = 0.993, F_{1,37} = 4953.76, p < 0.001$) (圖2A)

叉尾鶴鱗之標準體長 = $5.01 + 1.32$ 軀幹長 ($r^2 = 0.987, F_{1,119} = 8745.96, p < 0.001$) (圖2B)

鱷形叉尾鶴鱗之標準體長 = $4.52 + 1.29$ 軀幹長 ($r^2 = 0.996, F_{1,40} = 9591.97, p < 0.001$) (圖2C)

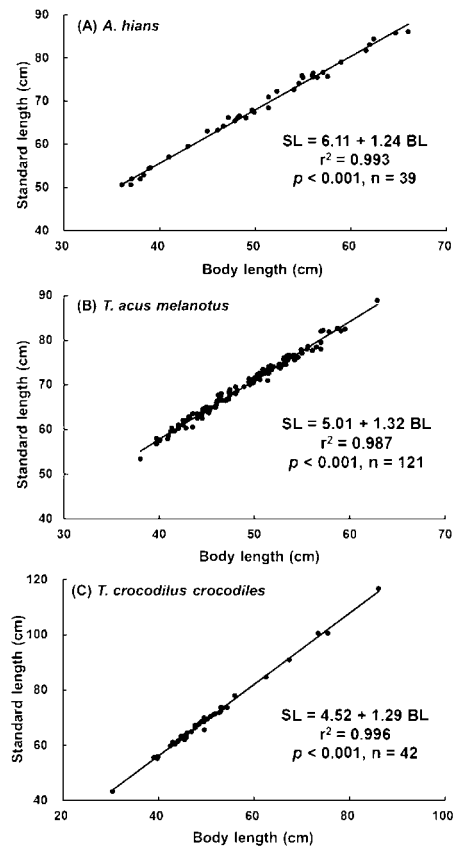


圖 2. 扁鶴鱗(A)、叉尾鶴鱗(B)及鱷形叉尾鶴鱗(C)之標準體長與軀幹長關係。

Fig. 2. Relationships of body lengths (BLs) and standard lengths (SLs) for *A. hians* (A), *T. acus melanotus* (B), and *T. crocodilus crocodiles* (C).

二、標準體長頻度分布

套用上述 3 魚種之標準體長與軀幹長關係式，計算出因採樣漁法上領受損而無法測量之樣本魚標準體長。再經統計分析可得，本研究中之扁鶴鱖雄、雌魚樣本分別為 66 和 93 尾，平均標準體長(± 標準誤)分別為 64.07 (± 1.39) cm、68.70 (± 1.00) cm，標準體長範圍分別為 47.5-95.1 cm、49.5-89.9 cm(圖 3A)。叉尾鶴鱖雄、雌魚樣本分別為 240 和 169 尾，平均標準體長分別為 66.64 (± 0.41) cm、68.70 (± 0.52) cm，標準體長範圍分別為 53.3-84.8 cm、53.5-88.9 cm(圖 3B)。鱧形叉尾鶴鱖雄、雌魚樣本分別為 29 和 19 尾，平均標準體長分別為 65.36 (± 1.11) cm、74.24 (± 4.08) cm，標準體長範圍分別為 55.5-81.0 cm、43.3-116.6 cm(圖 3C)。

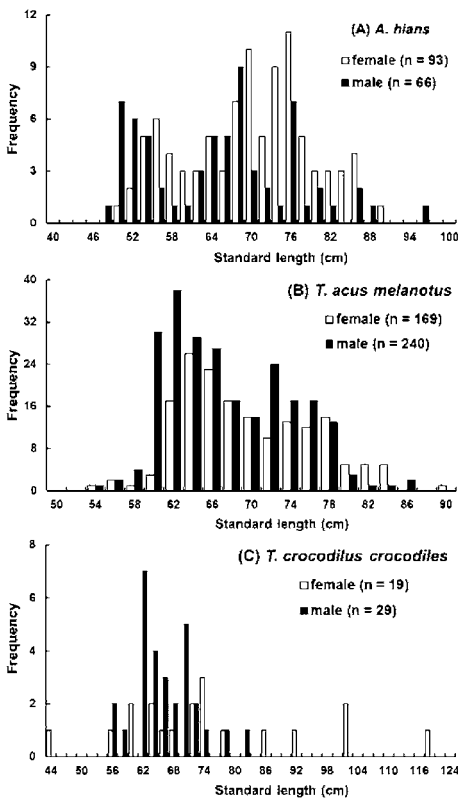


圖 3. 扁鶴鱖(A)、叉尾鶴鱖(B)及鱧形叉尾鶴

鱖(C)之體長頻度分布。

Fig. 3. Frequency distributions of standard lengths for *A. hians* (A), *T. acus melanotus* (B), and *T. crocodilus crocodiles* (C).

三、體長與體重關係

經泛線性迴歸模式之檢定分析結果顯示，扁鶴鱖之體長與體重關係，受性別與標準體長之交互作用影響($p < 0.001$)，顯示其關係式在雌雄魚間有顯著差異，分列如下：

扁鶴鱖之雌魚 $\ln(\text{體重}) = -7.50 + 3.19 \ln(\text{標準體長})$ ($r^2 = 0.919$, $F_{1,91} = 1028.45$, $p < 0.001$) (圖 4A)

扁鶴鱖之雄魚 $\ln(\text{體重}) = -8.40 + 3.42 \ln(\text{標準體長})$ ($r^2 = 0.962$, $F_{1,64} = 1626.53$, $p < 0.001$) (圖 4A)

叉尾鶴鱖之體長與體重關係，受性別與標準體長及採樣區與標準體長之交互作用影響($p < 0.001$)，顯示此關係式在雌雄魚間及在採樣區間均有顯著差異，分列如下：

七星潭叉尾鶴鱖之雌魚 $\ln(\text{體重}) = -7.50 + 3.27 \ln(\text{標準體長})$ ($r^2 = 0.858$, $F_{1,121} = 728.89$, $p < 0.001$) (圖 4B₁)

七星潭叉尾鶴鱖之雄魚 $\ln(\text{體重}) = -9.41 + 3.73 \ln(\text{標準體長})$ ($r^2 = 0.891$, $F_{1,191} = 1563.76$, $p < 0.001$) (圖 4B₁)

石梯坪叉尾鶴鱖之雌魚 $\ln(\text{體重}) = -7.00 + 3.17 \ln(\text{標準體長})$ ($r^2 = 0.936$, $F_{1,44} = 638.32$, $p < 0.001$) (圖 4B₂)

石梯坪叉尾鶴鱖之雄魚 $\ln(\text{體重}) = -10.56 + 4.03 \ln(\text{標準體長})$ ($r^2 = 0.906$, $F_{1,45} = 433.07$, $p < 0.001$) (圖 4B₂)

鱧形叉尾鶴鱖之體長與體重關係，不受性別、採樣區及其與標準體長之交互作用影響($p < 0.001$)，顯示此關係式在雌雄魚間或在採樣

區間沒有顯著差異，因此可簡化為：
 鱷形叉尾鶴鱖之 $\ln(\text{體重}) = - 6.64 + 3.13 \ln(\text{標}$

準體長) ($r^2 = 0.963, F_{1,46} = 1193.20, p < 0.001$) (圖4C)

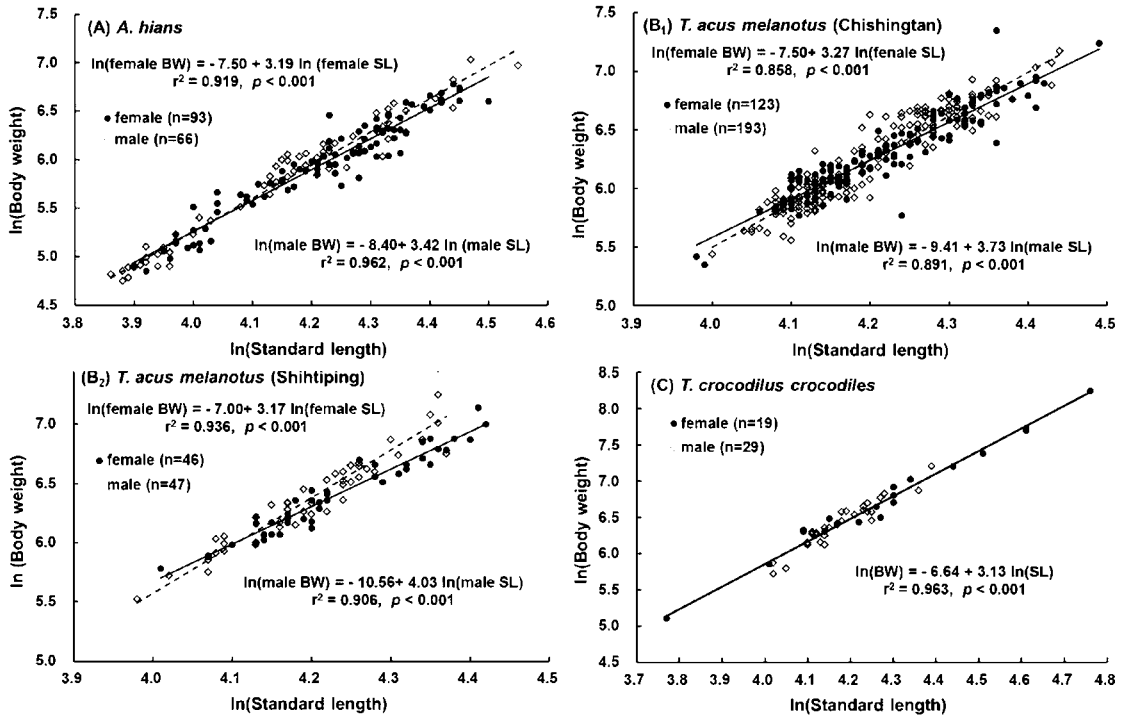


圖 4. 扁鶴鱖(A)、叉尾鶴鱖在七星潭(B₁)和石梯坪(B₂)、鱷形叉尾鶴鱖(C)之標準體長與體重關係。
Fig. 4. Relationships of standard lengths (SLs) and body weights (BW) for *A. hians* (A), *T. acus melanotus* at Chishingtan (B₁) and Shihiting (B₂), and *T. crocodilus crocodiles* (C).

四、生殖參數

由雙因子變異數分析法(two-way ANOVA)之檢定結果指出，性別及其與採樣區交互作用 ($p < 0.001$)、性別與採樣區 ($p < 0.001$)、性別與採樣區及其與交互作用 ($p \leq 0.01$)，分別會顯著影響叉尾鶴鱖 GSI、HSI、CF 等生殖參數之表現；惟相對地，性別與採樣區及其與交互作用，均不會顯著影響扁鶴鱖與鱷形叉尾鶴鱖 GSI、HSI 及 CF 等生殖參數之表現 ($p > 0.05$)。由於扁鶴鱖和鱷形叉尾鶴鱖在石梯坪之樣本數很少 (n = 7 和 6)，並且採樣區會顯著影響叉

尾鶴鱖 GSI、HSI、CF 等生殖參數之表現，因此以下之生殖參數月別變化分析，主要集中在七星潭樣本之分析結果。

就七星潭之樣本來看，扁鶴鱖雄、雌魚平均 GSI (\pm 標準誤) 最大值分別為 12.57 (± 8.00)、81.22 (± 15.50)，發生在 2009 年 3 月、2010 年 5 月；HSI 最大值雄、雌魚分別為 17.60 (± 0.00)、21.80 (± 0.00)，發生在 2010 年 4 月、2010 年 2 月；CF 最大值雄、雌魚分別為 1.68 (± 0.00)、1.64 (± 0.37)，發生在 2010 年 4 月、2010 年 2 月 (圖 5)。叉尾鶴鱖雄、雌魚平均 GSI 最大值分別為 23.72 (\pm

4.43)、60.33 (\pm 9.27)，發生在2010年5月、2010年6月；HSI雄、雌魚最大值分別為12.25 (\pm 0.78)、16.07 (\pm 0.95)，發生在2010年4月、2009年6月；CF雄、雌魚最大值分別為2.06 (\pm 0.06)、1.97 (\pm 0.25)，皆發生在2009年3月(圖6)。鱷形叉尾鶴鱚雄、雌魚平均GSI最大值分

別為7.19 (\pm 0.00)、6.52 (\pm 1.87)，發生在2010年3月、2010年1月；HSI雄、雌魚最大值分別為17.44 (\pm 2.88)、22.27 (\pm 0.00)，發生在2009年12月、2009年6月；CF雄、雌魚最大值分別為2.24 (\pm 0.09)、2.55 (\pm 0.00)，發生在2010年2月、2009年6月(圖7下)。

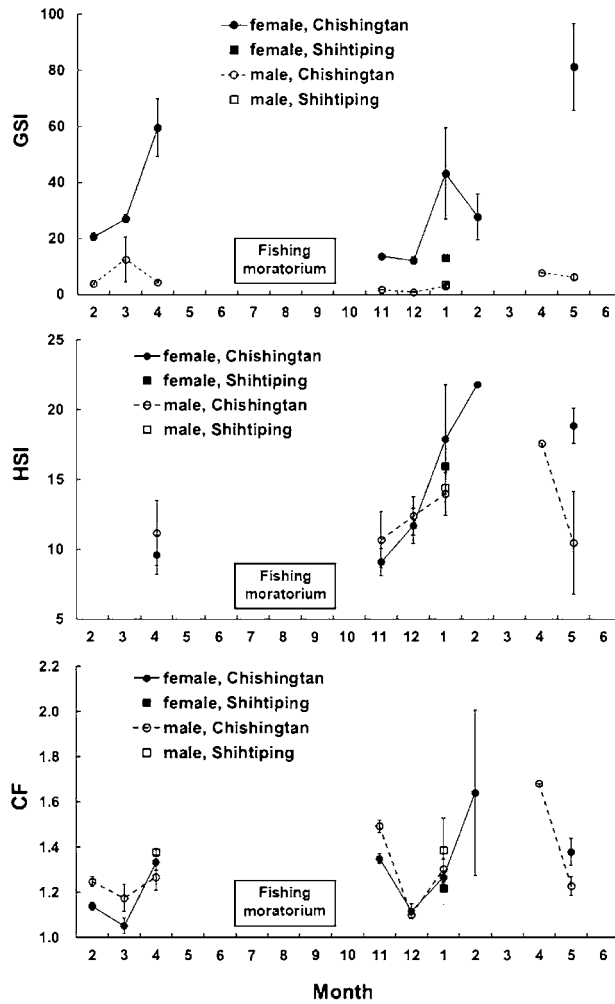


圖 5. 2009 年 2 月至 2010 年 6 月扁鶴鱚雌雄魚生殖腺指數(GSI)、肝體指數(HSI)及肥滿度(CF)平均值與標準差在台灣東部七星潭與石梯坪水域之月別變化。

Fig.5. Monthly variations of means and standard errors for the gonadosomatic index (GSI), hepatosomatic index (HSI), and condition factor (CF) of female and male *A. hians* from February 2009 to June 2010 in coastal waters of Chishingtan and Shihtiping, eastern Taiwan.

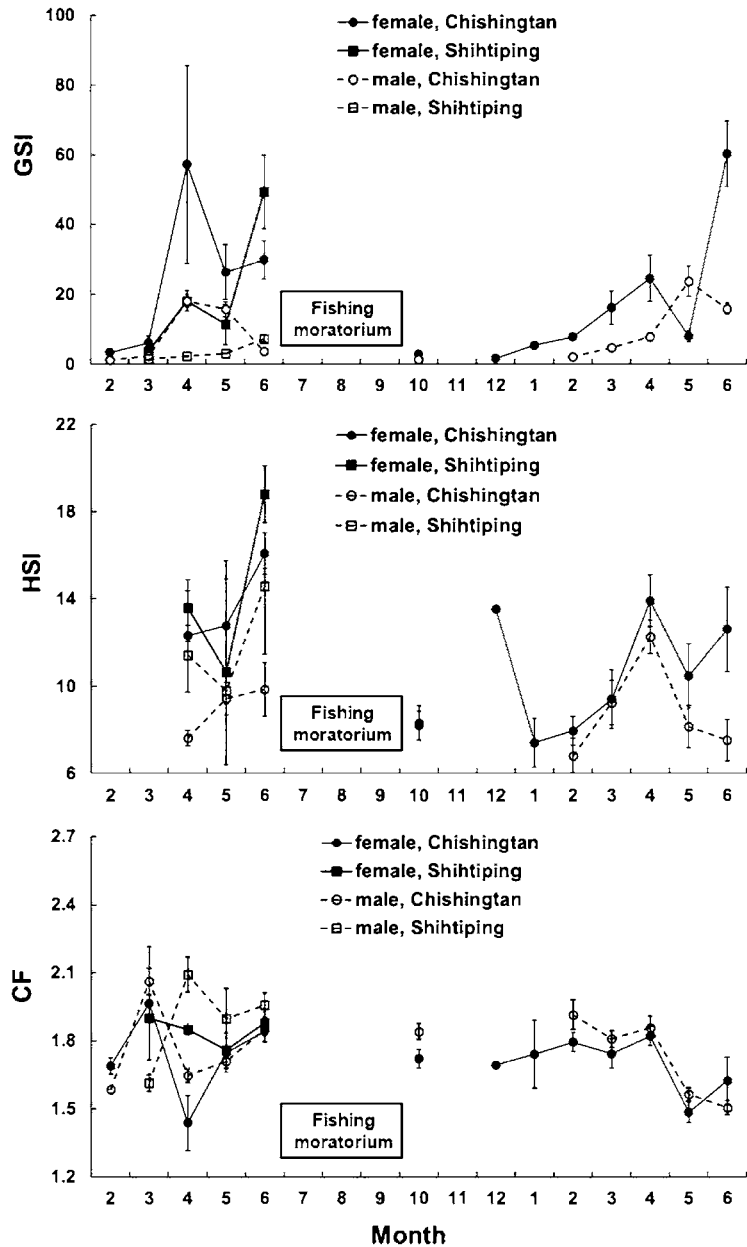


圖 6. 2009 年 2 月至 2010 年 6 月叉尾鶴鱺雌雄魚生殖腺指數(GSI)、肝體指數(HSI)及肥滿度(CF)平均值與標準差在台灣東部七星潭與石梯坪水域之月別變化。

Fig. 6. Monthly variations of means and standard errors for the gonadosomatic index (GSI), hepatosomatic index (HSI), and condition factor (CF) of female and male *T. acus melanotus* from February 2009 to June 2010 in coastal waters of Chishingtan and Shihtiping, eastern Taiwan.

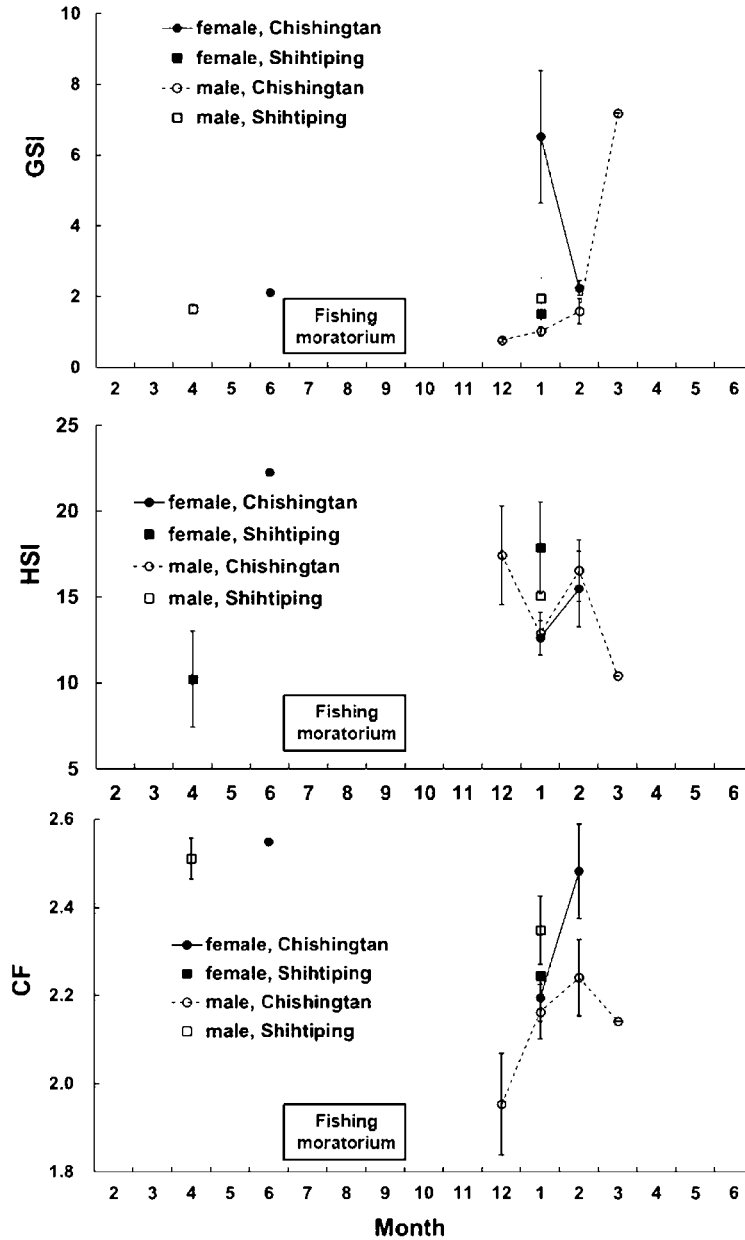


圖 7. 2009年2月至2010年6月鱧形叉尾鶴鱵雌雄魚生殖腺指數(GSI)、肝體指數(HSI)及肥滿度(CF)平均值與標準差在台灣東部七星潭與石梯坪水域之月別變化。

Fig. 7. Monthly variations of means and standard errors for the gonadosomatic index (GSI), hepatosomatic index (HSI), and condition factor (CF) of female and male *T. crocodilus crocodiles* from February 2009 to June 2010 in coastal waters of Chishingtan and Shihtiping, eastern Taiwan.

五、性比及其體長差異

由於扁鰻和鱷形叉尾鰻在石梯坪之樣本數很少(n = 7 和 6)，因此將石梯坪與七星潭之雌、雄樣本數分別合併後再進行性比分析，而不分析採樣區之差異。經由卡方檢定分析結果顯示，在研究期間(2009 年 2 月至 2010 年 6 月)內之所有樣本，扁鰻雌魚之比例顯著較高($\chi^2 = 4.58, p = 0.03$)、SR 為 58.5 %。在不同標準體長間距內，扁鰻除了在 41-50 cm 級距之雌魚比例顯著較低($\chi^2 = 5.44, p = 0.02$)、SR 為 11.1 % 及在 91-100 cm 級距未採集到雌魚之外，其餘大於 50 cm 級距內之 SR 均大於 53 %，尤其是在 71- 80 cm 級距之高雌魚比例達顯著水準($\chi^2 = 8.70, p < 0.001$) (表 2)。叉尾鰻在研究採樣期間雌魚之比例

顯著較低($\chi^2 = 12.33, p < 0.001$)、SR 為 41.3 %。在不同標準體長間距內，叉尾鰻除了在最 大級距 81-90 cm 之 SR (73.3 %)較高之外，其餘小於 80 cm 級距內之 SR 均較小於 44 %，尤其是在 51 - 60 cm 級距之低雌魚比例達顯著水準($\chi^2 = 20.45, p < 0.001$)、SR 為 15.9 % (表 2)。鱷形叉尾鰻在研究採樣期間雌魚之比例較低但未達顯著準($\chi^2 = 2.08, p = 0.15$)、SR 為 39.6 %。在不同標準體長間距內，鱷形叉尾鰻除了在 61 - 70 cm 級距之雌魚比例顯著較低($\chi^2 = 11.56, p < 0.001$)、SR 為 16.0 %之外，雌魚被採集之數目均大於或等於雄魚數目 (SR \geq 50 %) (表 2)。然而，無論此 3 種鰻科魚中的任一種，其 SR 均有隨體長之增加而有增高的現象(表 2)。

表 2. 扁鰻、叉尾鰻及鱷形叉尾鰻在不同標準體長級距內之性比

Table 2. Sex ratio in various levels of standard lengths for *A. hians*, *T. acus melanotus* and *T. crocodilus crocodiles*

Species	Sex ratio	Sample size			χ^2	p	
		Length level (cm)	(%)	Male			Female
<i>Ablennes hians</i>							
	40.1-50.0	11.1	8	1	9	5.44	0.020*
	50.1-60.0	57.1	15	20	35	0.71	0.399
	60.1-70.0	52.8	25	28	53	0.17	0.680
	70.1-80.0	71.7	13	33	46	8.70	0.003**
	80.1-90.1	73.3	4	11	15	3.27	0.071
	90.1-100.0	0.0	1	0	1	1.00	0.317
	Total	58.5	66	93	159	4.58	0.032*
<i>Tylosurus acus melanotus</i>							
	50.1-60.0	15.9	37	7	44	20.45	<0.001***
	60.1-70.0	43.7	125	97	222	3.53	0.060
	70.1-80.0	42.2	74	54	128	3.13	0.077
	80.1-90.1	73.3	4	11	15	3.27	0.071
	Total	41.3	240	169	409	12.33	<0.001***

Tylosurus crocodilus crocodiles

40.1-50.0	100.0	0	1	1	1.00	0.317
50.1-60.0	50.0	3	3	6	0.00	1.000
60.1-70.0	16.0	21	4	25	11.56	<0.001***
70.1-80.0	60.0	4	6	10	0.40	0.527
80.1-90.1	50.0	1	1	2	0.00	1.000
90.1-100.0	100.0	0	1	1	1.00	0.317
100.1-110.0	100.0	0	2	2	2.00	0.157
110.1-120.0	100.0	0	1	1	1.00	0.317
Total	39.6	29	19	48	2.08	0.149

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$

討 論

一、體型組成

本研究由扁鶴鱚、叉尾鶴鱚及鱷形叉尾鶴鱚等3種鶴鱚科魚類標準體長與軀幹長關係之分析結果指出，性別與採樣區均不會顯著影響其關係，顯示軀幹長相對於標準體長之相對成長關係，在性別與棲息水域間是穩定的。此外，在本研究於台灣東部沿岸水域中，採集之扁鶴鱚、叉尾鶴鱚、鱷形叉尾鶴鱚標準體長範圍分別為 47.5 - 95.1、53.3 - 88.9 和 43.3 - 116.6 cm (圖 3)。在其他文獻中，扁鶴鱚、叉尾鶴鱚、鱷形叉尾鶴鱚之最大標準體長，在 Collette (1999) 中分別為 111.0、83.1 和 139.0 cm (全長：120.0、90.0 和 150.0 cm)，在 Froese and Pauly (2010) 中分別為 129.7、92.4 和 139.0 cm (全長：140.0、100.0 和 150.0 cm)，在 Liao and Chang (2011) 於台灣小琉球海域採集之叉尾鶴鱚標準體長範圍為 47.5 - 124.0 cm。比對之下，在本研究中採集之最大扁鶴鱚和鱷形叉尾鶴鱚均較小於 Collette (1999) 和 Froese and Pauly (2010) 中之記載，並且本研究採集叉尾鶴鱚樣本之最大標準體長(88.9 cm)，大於 Collette (1999) 記錄

(83.1 cm)、但小於 Froese and Pauly (2010) 記錄 (92.4 cm)。然而，相對地，Liao and Chang (2011) 採集叉尾鶴鱚樣本之最大標準體長記錄(124.0 cm)，遠大於本研究樣本(88.9 cm)、Collette (1999) 記錄 (83.1 cm) 及 Froese and Pauly (2010) 記錄 (92.4 cm)。Nelson (2006) 在描述鶴鱚科魚類中提到，部份圓頰針魚屬 *Tylosurus* 魚種體長可以超過 100.0 cm。因此，此與 Liao and Chang (2011) 之叉尾鶴鱚個體樣本，可能是目前最新已記錄之最大標準體長，然而也不排除是其他相似種類(例如鱷形叉尾鶴鱚)誤判之可能。

此外，在本研究之定置網漁法，沒有採集到標準體長 40.0 cm 以下的鶴鱚科魚類樣本。並且，在 Liao and Chang (2011) 流刺網法採集之樣本中，沒有標準體長 46.5 cm 以下之叉尾鶴鱚個體。漁法和漁具網目大小之不同，會影響南澳洲貝爾德灣南海下鱚 (*Hyporhamphus melanochir*) 漁獲體型組成之差異 (Jones 1990)。網目之大小亦會影響南澳洲下鱚 (*H. australis*) 漁獲體型之組成 (Stewart *et al.* 2004)。因此，網目大小選擇性可能是導致本研究沒有採集到 40.0 cm 以下鶴鱚科魚類的主因

之一。未來研究如果擬採集較小的鶴鱚科魚類，需將漁網網目變小或使用其他的方法(例如手釣)來進行。

二、性比

性比是決定族群繁殖力的重要因素之一，而雌性比例佔優勢是維持和增加種族群量的手段(殷 1998)。在本研究期間在台灣東部沿岸樣本叉尾鶴鱚之雌魚比例顯著較低(SR = 41.3%)，而 Liao and Chang (2011) 在小琉球海域對同一物種之採樣研究結果也是雌魚比例較低(SR = 43.5%)。相似地，同屬的鱷形叉尾鶴鱚在本研究採樣期間雌魚之比例較低(SR = 39.6%)。然而，相對地，扁鶴鱚雌魚之比例在本研究採樣期間顯著較高(SR = 58.5%)。在南海下鱚研究中，澳洲南部 3 個海域南海下鱚雌魚比例皆超過 70.0%，此乃因雄、雌魚在生殖期分別出現在不同深度水域，而雌魚出現在容易被捕捉之近岸淺水域(Fowler *et al.* 2008)。在 Izmir 灣和黑海等土耳其鄰近水域，頷鱚魚(*Belone belone*) 雄、雌魚之性比會因採集地點之不同而異(Uckun *et al.* 2004; Samsun *et al.* 2006)。由此可見，在台灣沿岸的叉尾鶴鱚族群中，雌魚所佔比例較雄魚低，可能是一個普遍發生之現象。然而，鱷形叉尾鶴鱚與扁鶴鱚在台灣東部沿岸雌魚之比例分別較低與較高之現象，則仍再需其他在台灣不同水域研究結果之共同驗證。

性比會隨著不同魚種之體長增加而變化，原因包括雄、雌魚成長差異、性轉變、壽命等(Mitani 1960)。在小琉球水域之叉尾鶴鱚，在標準體長為 87.7 cm 以上之雌魚比例顯著高於雄魚(Liao and Chang 2011)。相似地，在本研究中所採集的 3 種鶴鱚科魚類，亦均有隨體長之增高而有性比增加的現象，例如扁鶴

鱚在標準體長 50 cm 以上、叉尾鶴鱚在 80 cm 以上、鱷形叉尾鶴鱚在 70 cm 以上，雌魚尾數均大於或等於雄魚尾數(表 2)。因此，隨著體長或年齡之增加，高比例的雌魚量可能有助於此 3 種鶴鱚科魚類生殖行為之成功。

三、生殖季節

生殖腺指數(GSI)變化反映生殖腺發育之過程，當 GSI 達到定值時，魚類才可以進入性成熟狀態，並且雌魚 GSI 通常比雄魚大(殷 1998)。在本研究中，扁鶴鱚與叉尾鶴鱚 GSI 雌魚顯著大於雄魚，並且扁鶴鱚與叉尾鶴鱚樣本雌魚 GSI 月平均最大分別可達 81.2% 與 60.3% (圖 5 - 6)。此 2 種鶴鱚魚類雌魚之 GSI，比鮭科(Salmonidae)與鯉科(Cyprinidae)雌魚 GSI 之 20 - 30% 高，而與鰻雌魚之 65 - 75% 相近(殷 1998)。

叉尾鶴鱚 GSI、HSI 及 CF 等生殖參數在 1-4 月有普遍上升的相同變化，5-6 月 CF 與 HSI 均有下降的現象，惟 HSI 因樣本差異過大而不明顯；相對地，GSI 在 5-6 月之後似乎維持在某一定水準之上或更高(圖 6)。由此等生殖參數變動分析之結果推測，叉尾鶴鱚在台灣東部沿岸之生殖季至少在 4-6 月。在小琉球海域叉尾鶴鱚之 GSI 和 HSI 在 4-8 月達到最高，而 CF 值則在此時下降，因此 Liao and Chang (2011) 推測叉尾鶴鱚生殖季主要在 4-8 月。相較之下，本研究推測叉尾鶴鱚之生殖季，起始時間相同但時期較短，此乃因台灣東部沿岸定置網漁業每年在 7-9 月間均會因颱風季而休漁而無採樣資料，為本研究採樣法在叉尾鶴鱚生殖季推估上之限制。此外，在頷鱚魚已被證實該魚在不同水域之生殖期不一定相同，長可達 6 個月，短則 1 個月即結束。例如頷針魚在 British Isles、Algeria、Black Sea 等水域之生殖

季分別為 5-7、2-5 和 4-9 月 (Whitehead *et al.* 1986)，在南愛爾蘭水域中則為 6 月 (Dorman 1989)。因此，除了休漁期之限制外，採樣水域之不同亦可能是導致本研究叉尾鶴鱗生殖季與 Liao and Chang (2011) 結果不同之可能原因之一。相似地，扁鶴鱗在台灣東部沿岸之生殖季，由 GSI、HSI 及 CF 等生殖參數之變動來推測，可能至少在 2-5 月，而鱷形叉尾鶴鱗因樣本月數過少，本研究尚無法判定其生殖季月份。

綜合上述分析之結果推測，叉尾鶴鱗與扁鶴鱗之生殖期至少分別在 4-6 月與 2-5 月，而 7-9 月定置漁場休漁造成本研究在生殖季月份推估上之限制，未來需以其他漁法(例如：一支釣)採集樣本來分析此時期生殖參數變化。至於鱷形叉尾鶴鱗之生殖季判定問題，除了採樣方法之增加與採樣月份之補足外，由於該魚可採集之數量較為稀少，可能尚得由魚卵大小及組織切片之生殖腺發育期判定等方法協助推測。未來若能再增加以耳石或鱗片判齡之年齡成長等研究資料，則可以更進一步瞭解此 3 種鶴鱗科魚類不同年齡之成熟組成分布，並可提供作為該種資源評估與管理所需之重要參數，以達資源保育及永續利用之目標。

引用文獻

- 沈世傑。1984。台灣魚類近海魚類圖鑑。台灣省立博物館。
- 沈世傑。1990。台灣魚類檢索。南天書局。
- 沈世傑。1993。台灣魚類誌。國立台灣大學動物學系。
- 邵廣昭。2014。台灣魚類資料庫。網路電子版。
<http://fishdb.sinica.edu.tw>(2014-5-16)
- 姜士明。2009。台灣東北部及西南部沿岸定置漁場漁獲組成與變動之比較研究。國立高雄海洋科技大學漁業生產與管理研究所碩士學位論文。
- 殷名稱。1998。第五章、繁殖。殷名稱(主編)。魚類生態學 192-276 頁。水產出版社。
- 高敦寶。2007。台灣東北部海域新協發與佳豐定置網漁場漁況變動之比較研究。國立高雄海洋科技大學漁業生產與管理研究所碩士學位論文。
- 陳兼善、于名振。1993。台灣脊椎動物誌上冊。台灣商務書館。
- 盧敬文。2006。浮式與沉底式定置網漁況比較之研究。國立高雄海洋科技大學漁業生產與管理研究所碩士學位論文。
- Collette, B. B. 1999. Belonidae, Needlefishes. pp. 2151-2161. *In*: Carpenter, K. E. and V. H. Niem (eds.). FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes. The Living Marine Resources of the Western Central Pacific. Vol. 4. Bony fishes part 2 (Mugilidae to Carangidae). FAO.
- Dorman, J. A. 1989. Some aspects of the biology of the garfish, *Belone belone* (L.), from Southern Ireland. *Journal of Fish Biology* 35: 621-629.
- Dorman, J. A. 1991. Investigation into the biology of the garfish, *Belone belone* (L.), in Swedish waters. *Journal of Fish Biology* 39: 59-69.
- Foster, N. R. 1973. Behavior, development and early life history of the Asian needlefish, *Xenentodon cancila*. *Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 125: 77-88.
- Fowler, A. J., M. A. Steer, W. B. Jackson, and M. T. Lloyd. 2008. Population characteristics

- of southern sea garfish (*Hyporhamphus melanochir*, Hemiramphidae) in South Australia. Marine and Freshwater Research 59: 429-443.
- Froese, R. and D. Pauly, eds. 2010. FishBase. World Wide Web electronic publication version. 04 November. 2010 retrieved. Website <http://www.fishbase.org>.
- Jones, G. K. 1990. Growth and mortality in a lightly fished population of garfish (*Hyporhamphus melanochir*) in Baird Bay, South Australia. Transactions of the Royal Society of South Australia 114(1): 37-45.
- Liao, J. C. 2002. Swimming in needlefish (Belonidae): anguilliform locomotion with fins. Journal of Experimental Biology 205: 2875-2884.
- Liao, Y. Y. and Chang, Y. H. 2011. Reproductive biology of the needlefish *Tylosurus acus melanotus* in waters around Hsiao-Liu-Chiu Island, Southwestern Taiwan. Zoological Studies 50(3): 296-308.
- Lovejoy, N. R. 2000. Reinterpreting recapitulation: Systematics of needlefishes and their allies (Teleostei: Beloniformes). Evolution 54(4): 1349-1362.
- Lovejoy, N. R., M. Iranpour, and B. B. Collette. 2004. Phylogeny and jaw ontogeny of Beloniform fishes. Integrative and Comparative Biology 44: 366-377.
- Mitani, F. 1960. Fishery biology of the yellow-tail, *Seriola quinqueradiata*, inhabiting in the waters surrounding Japan. Memoirs of Faculty of Agriculture of Kinki University 1: 81-300. (in Japanese with English abstract).
- Mohammed, A., A. Abdel-Baki, and T. Sakran. 2006. *Myxidium elmatboulii* n. sp. and *Ceratomyxa ghaffari* n. sp. (Myxozoa: Myxosporea) Parasitic in the gallbladder of the red sea houndfish *Tylosurus choram* (Rüppell, 1837) (Teleostei: Belonidae) from the Red Sea, Egypt. Acta Protozoologica 45: 97-103.
- Nelson, J. S. 2006. Fishes of the World, 4th ed. John Wiley and Sons.
- Samsun, O., N. Samsun, S. Bilgin, and F. Kalayci. 2006. Population biology and status of exploitation of introduced garfish, *Belone belone euxini* (Gunther, 1866), in the Black Sea. Journal of Applied Ichthyology 22: 353-356.
- Stewart, J. C. W., D. Reynolds, B. Kendall, and C. Gray. 2004. Determining an optimal mesh size for use in the lampara net fishery for eastern sea garfish, *Hyporhamphus australis*. Fisheries Management and Ecology 11: 403-410.
- Uckun, D., S. Akalin, E. Taskavak, and M. Togulga. 2004. Some biological characteristics of the garfish, *Belone belone* (L., 1761), in Izmir Bay, Aegean Sea. Journal of Applied Ichthyology 20: 413-416.
- Tavares, L. E. R., A. J. A. Bicudo, and J. L. Luque. 2004. Metazoan parasites of needlefish *Tylosurus acus* (Lacepede, 1803) (Osteichthyes: Belonidae) from the coastal zone of the state of Rio de Janeiro, Brazil. Revista Brasileira de Parasitologia

Veterinária 13(1): 36-40.

Whitehead, P. J. P., M. L. Bauchot, J. C. Hureau, J. Nielsen, and E. Tortonese. 1986. Belonidae. pp. 517-1007. *In*: Whitehead, P. J. P., M. L. Bauchot, J. C. Hureau, J. Nielsen, and E. Tortonese(*eds.*). Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean. UNESCO.