

## 臺灣東部海域翻車魷科種類、數量與體長的季節性變動研究

張景淳<sup>1</sup>· 荏家績<sup>2</sup>· 張永州<sup>3</sup>· 江偉全<sup>1\*</sup>· 蔡富元<sup>1</sup>· 許紅虹<sup>1</sup>· 吳瑞賢<sup>1</sup>· 何源興<sup>1</sup>

<sup>1</sup>行政院農業委員會水產試驗所東部海洋生物研究中心

<sup>2</sup>行政院農業委員會漁業署

<sup>3</sup>花蓮縣播種者文化藝術基金會

### 摘要

翻車魷為現生最大的真骨魚類，廣泛分布於溫帶與熱帶海域。翻車魷為混獲魚種，臺灣東部海域捕獲翻車魷包含有延繩釣、鏢旗魚、流刺網與定置網等漁法。捕獲量高且年間漁獲量變異劇烈，然而有關翻車魷的生態與族群特徵研究幾乎完全闕如。本研究探討臺灣東部海域翻車魷漁獲種類組成、數量及體長頻度的變動情形，並探討其漁獲量變動與海面水溫間的關係。根據2016年1月至2017年11月台東新港地區延繩釣與2003年1月至2011年12月花蓮六組定置漁網之翻車魷漁獲資料顯示，臺灣翻車魷種類組成主要為矛尾翻車魷 (*Masturus lanceolatus*) 與翻車魷屬 (*Mola* spp.) 魚種，組成比例約為 4 : 1。翻車魷數量、平均體長與體長組成有明顯的季節性變動，數量在水溫較低時達到高峰。小個體翻車魷主要出現在冬季，其數量在夏季明顯減少，而體型較大的翻車魷組成百分比在夏季偏高。此外，矛尾翻車魷的數量在冬季與春末夏初有增加的趨勢，主要在海水溫度高於20 °C 的水溫環境中被漁獲。本研究結果顯示臺灣翻車魷的數量與族群結構有明顯的季節性變動，而此變動情形可能與海面水溫和翻車魷的行為及生活史特徵有關。

關鍵詞：翻車魷屬、矛尾翻車魷、季節變動、體長組成、海面水溫

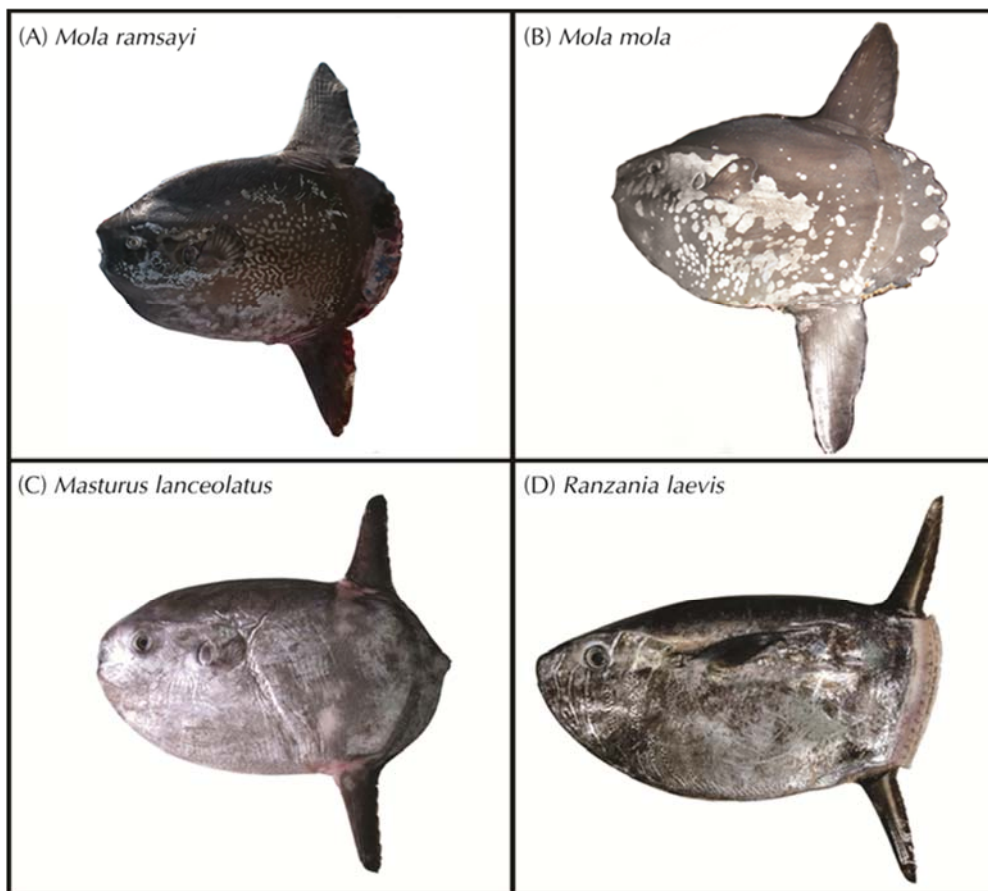
### 前言

翻車魷科 (Molidae) 魚類，俗稱為曼波魚，屬於魷形目 (Tetraodontiformes)，棲息於熱帶與溫帶海域，全長可達 3 公尺、重達 2 噸，其外形特殊，背鰭與臀鰭發達，尾鰭退化，具有舵鰭 (clavus)，屬於成長緩慢、體型大、壽命長的魚種，生活史特徵與其他大型軟骨魚類相似 (Roach, 2003; Pope *et al.*, 2010)。翻車魷科包含翻車魷屬 (*Mola*)、矛尾翻車魷屬 (*Masturus*) 與長翻車魷屬 (*Ranzania*) (Fraser-Brunner, 1951; Heemstra, 1986; Nelson *et al.*, 2016) 三屬，目前共有五種：(1) 翻車魷 (*Mola mola*)：舵鰭末端呈圓形，並具波浪狀；

(2) 花紋翻車魷 (*Mola ramsayi*)：舵鰭末端呈圓形，不具波浪狀；(3) 假面翻車魷 (*Mola tecta*)：Nyegaard *et al.* (2017) 在南半球發現；(4) 矛尾翻車魷 (*Masturus lanceolatus*)：舵鰭末端突出呈矛狀；(5) 斑點長翻車魷 (*Ranzania laevis*)，身體形態偏瘦長型 (Fig. 1)。翻車魷的游泳能力佳，可作長距離的遷徙，且垂直移動行為頻繁 (Watanabe and Sato, 2008; Houghton *et al.*, 2009)。標識放流結果也顯示翻車魷的移動行為與水溫和餌料的季節性變動相關 (Sims *et al.*, 2009a, b; Sousa *et al.*, 2016)。同時也有文獻指出，翻車魷的幼體攝食底棲生物，而在成長至體長 80 - 100 cm 時發生食性上的轉變，改成攝食浮游生物 (Pope *et al.*, 2010; Nakamura and Sato, 2014)。

翻車魷科多在西太平洋、大西洋與地中海等海域以混獲方式漁獲，包含延繩釣、定置網、流刺網與拖網等漁法 (Sagara and Ozawa, 2002;

\*通訊作者 / 臺東縣成功鎮五權路 22 號, TEL: (089) 850-090 ext. 408; FAX: (089) 850-092; E-mail: wcchiang@mail.tfrin.gov.tw



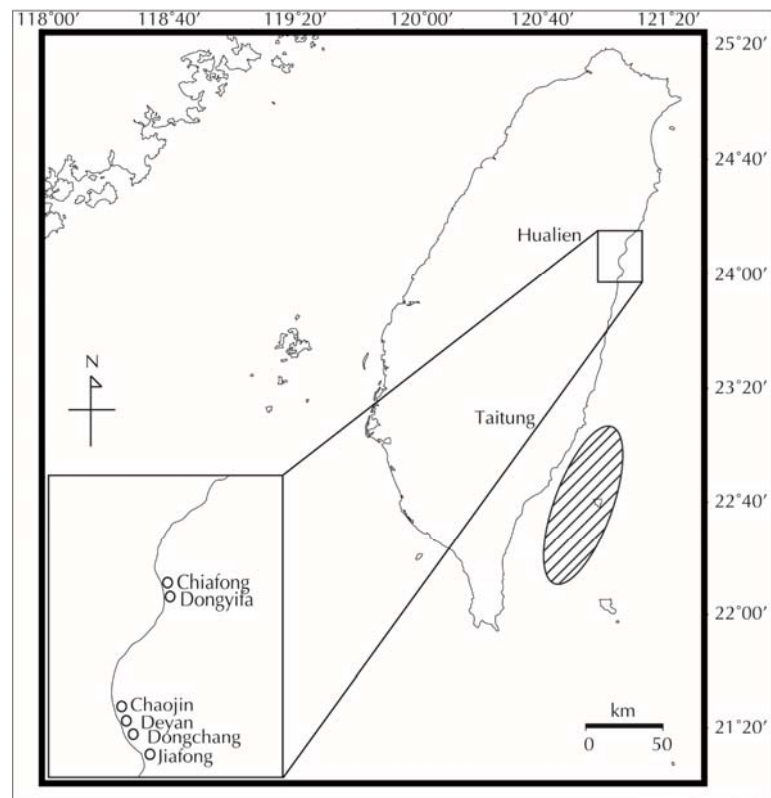
**Fig. 1** Photos of different sunfish species. (A) *Mola ramsayi* (TL: 150 cm); (B) *Mola mola* (TL: unknown); (C) *Masturus lanceolatus* (TL: 47 cm); and (D) *Ranzania laevis* (TL: 57 cm) (Photo sources of *Mola ramsayi* and *Mola mola*: <http://fishdb.sinica.edu.tw>, accessed November 30, 2017).

Petersen, 2005; Tudela *et al.*, 2005; Petersen and McDonnell, 2007)。日本與紐西蘭皆有記載翻車魷漁獲的相關資料，翻車魷於日本的捕獲體長介於 50 - 300 cm，紐西蘭記錄的體長介於 37 - 236 cm (Paulin *et al.*, 1982; Sawai *et al.*, 2011)。紐西蘭、中南美洲等地也有關於矛尾翻車魷的漁獲紀錄，矛尾翻車魷於紐西蘭記錄到的個體長約 200 cm，南美洲地區分別記錄到 127 與 170 cm 的個體 (Paulin *et al.*, 1982; Araujo *et al.*, 2010; Das *et al.*, 2012)，然而目前國際間關於翻車魷科魚類漁獲統計資料幾乎完全闕如。翻車魷在 2015 年被國際自然保護聯盟 (International Union for Conservation of Nature, IUCN) 列入瀕危物種紅色名錄 (Red List) 的易危 (Vulnerable) 等級魚種，矛尾翻車魷則被列為無危 (Least Concern) 等級魚種，且調查報告中指出，臺灣海域的翻車魷科漁獲數量需被監測。臺灣東部海域為捕獲翻車魷的主要地區，漁獲方式有延繩

釣、鏢船、流刺網與定置網，盛漁期在每年的 9 月到翌年 2 月 (林, 2009)。Liu *et al.* (2009) 在 2003 到 2006 年，於宜蘭縣南方澳與花蓮縣花蓮魚市場所採集到的種類有翻車魷、花紋翻車魷、矛尾翻車魷與斑點長翻車魷等 4 種，其中以矛尾翻車魷所佔的比例最高 (約 90%)、翻車魷與花紋翻車魷佔的比例次之 (10%)，斑點長翻車魷所捕獲到的數量非常稀少；而矛尾翻車魷被捕捉的體長範圍約在 40 - 160 cm，且利用脊椎骨進行年齡成長研究，指出臺灣東部海域矛尾翻車魷的極限體長 ( $L_{\infty}$ ) 為 262.5 cm， $k = 0.046/\text{yr}$ 。矛尾翻車魷雄魚之開始成熟體長應在標準體長 120 cm 以上 (9 齡魚)，雌魚標準體長約在 135 cm 時 (11 - 14 齡)，其生殖腺開始發育，並曾記錄到一尾性成熟雌魚個體，其體長達 175 cm，約為 20 - 21 齡 (張, 2007)。

許多研究指出，翻車魷數量、移動與攝食行為為有季節性變動，而此變動與海洋環境水溫與棲

**Fig. 2** Sampling areas of Molidae in eastern Taiwan offshores. Hualien set-nets are represented by the box plot and the longline fishery area near Shingang is represented by the hatched circle.



地選擇偏好有關 (Sims and Southall, 2002)。Sawai *et al.* (2011) 調查日本東部海域翻車魷的漁獲狀況發現在不同海面水溫間，翻車魷的漁獲數量與漁獲體長頻度有差異，而此差異和翻車魷偏好的環境水溫有關。臺灣翻車魷相關的生物、生態與其族群特徵等研究仍相當稀少，因此本研究主要目的為解析臺灣東部海域翻車魷漁獲的種類組成、數量、體長頻度分布情形，並進一步探討漁獲量變動與海面水溫間的關係。

## 材料與方法

### 一、採樣調查

本研究所取樣的漁獲統計資料來源包括：花蓮縣六組定置網 (嘉豐 Jiafong: 24°01' N, 121°38' E、佳豐 Chiafong: 24°10' N, 121°39' E、東昌 Dongchang: 24°02' N, 121°37' E、東益發 Dongyifa: 24°09' N, 121°40' E、德燕 Deyan: 24°01' N, 121°37' E、朝金 Chaojin: 24°04' N, 121°36' E) (2003 年 1 月至 2011 年 12 月)、臺東縣新港魚市場 (2015 年 1 月至 2017 年 11 月) 以及研究人員現場量測之資

料 (Fig. 2)。其中，因定置網易受到颱風的影響造成損壞，故通常從 6 月底、7 月初開始休漁至 9 月、10 月間。漁獲資料中包含每月所採集的翻車魷科種類、數量、個體的全長 (從吻部前端到舵鰭末端)、標準體長 (從吻部前端到舵鰭最前端) 與生殖腺的採集 (Fig. 3)。翻車魷與矛尾翻車魷是依據其舵鰭末端的形態來區分，翻車魷舵鰭末端成圓形，而矛尾翻車魷末端會突出，呈一個矛狀。其中臺灣東部海域所捕獲的翻車魷科多以矛尾翻車魷為主，而翻車魷與花紋翻車魷所佔的數量較少，故將兩種數量合併，以翻車魷屬來進行檢定。此外，因有許多翻車魷科魚種在漁獲市場被拍賣時，其舵鰭已被割掉，故漁獲資料以標準體長進行計算。

### 二、資料分析

#### (一) 翻車魷科數量的年間變動

使用新港區漁會與花蓮區漁會所提供的歷年歷月漁獲重量資料進行分析，瞭解翻車魷科魚種在年間的總漁獲量，並用 one-way ANOVA 檢定其漁獲量在月別間的變動情形，若達顯著差異，則進行 Tukey's 事後檢定。

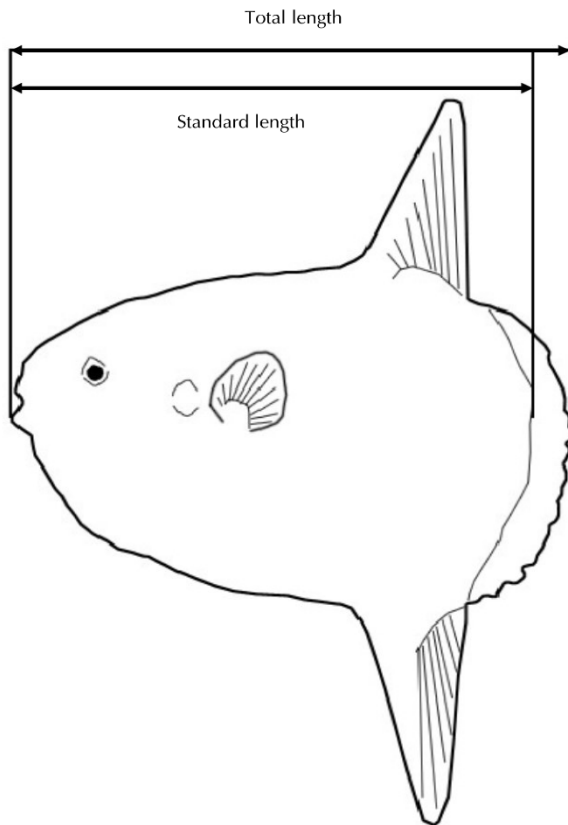


Fig. 3 Diagram showing the measurement of Molidae length.

## (二) 翻車魴屬與矛尾翻車魴漁獲體長分布

使用新港魚市場與花蓮定置網現場量測的漁獲尾數資料，探討翻車魴與矛尾翻車魴體長頻度月別分布情形。

## (三) 翻車魴屬與矛尾翻車魴漁獲數量與各階段個體在不同水溫間的分布情形

本研究的海水月均溫資料來自於中央氣象局在成功外海與花蓮七星潭海域上所放置的資料浮標，成功外海的浮標位置為 23°13' N、121°42' E，花蓮地區的浮標位置為 24°03' N、121°63' E，採用自 2003 年 1 月至 2017 年 11 月的平均海面水溫作為探討翻車魴科漁獲量變動的環境因子。不同階段個體是利用實驗中所採集到的生殖腺樣本(未發表資料)與過去各文獻中所記錄到是否達到性成熟的個體標準體長進行區分，標準體長小於 80 cm 的矛尾翻車魴個體(性腺大多尚未發育)、體長介於 80 - 160 cm 個體(性腺發育中)與體長大於 160 cm 個體(已達性成熟)(李, 2007; 張, 2007); 標準體長小於 120 cm 的翻車魴個體

(性腺大多尚未發育)、體長介於 120 - 200 cm 個體(性腺發育中)與體長大於 200 cm 個體(已達性成熟)(Nakatsubo *et al.*, 2007; Sawai *et al.*, 2011)，並利用卡方檢定探討不同水溫間翻車魴漁獲尾數比例是否有顯著差異。

## 結 果

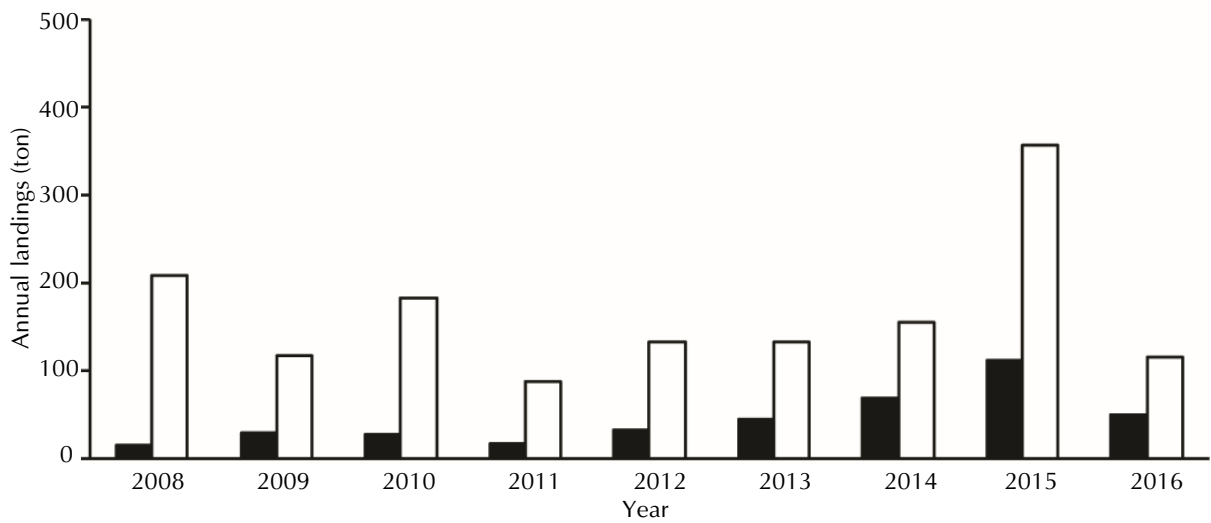
### 一、翻車魴科魚類漁獲數量與體長

本研究在臺東縣新港漁港總計測量 273 尾翻車魴科魚類(翻車魴屬 46 尾; 矛尾翻車魴 227 尾)，在花蓮縣 6 組定置網共記錄 30,579 尾翻車魴科魚類(翻車魴屬 497 尾; 矛尾翻車魴 30,082 尾)。臺東與花蓮地區的翻車魴科漁獲量在 2011 年後有逐漸上升的趨勢(Fig. 4)。花蓮地區的翻車魴科魚類漁獲尾數在各月份達顯著差異( $p < 0.05$ )，事後檢定指出翻車魴在 1、2 月時漁獲量最高，而臺東地區則無( $p > 0.05$ )(Fig. 5)。

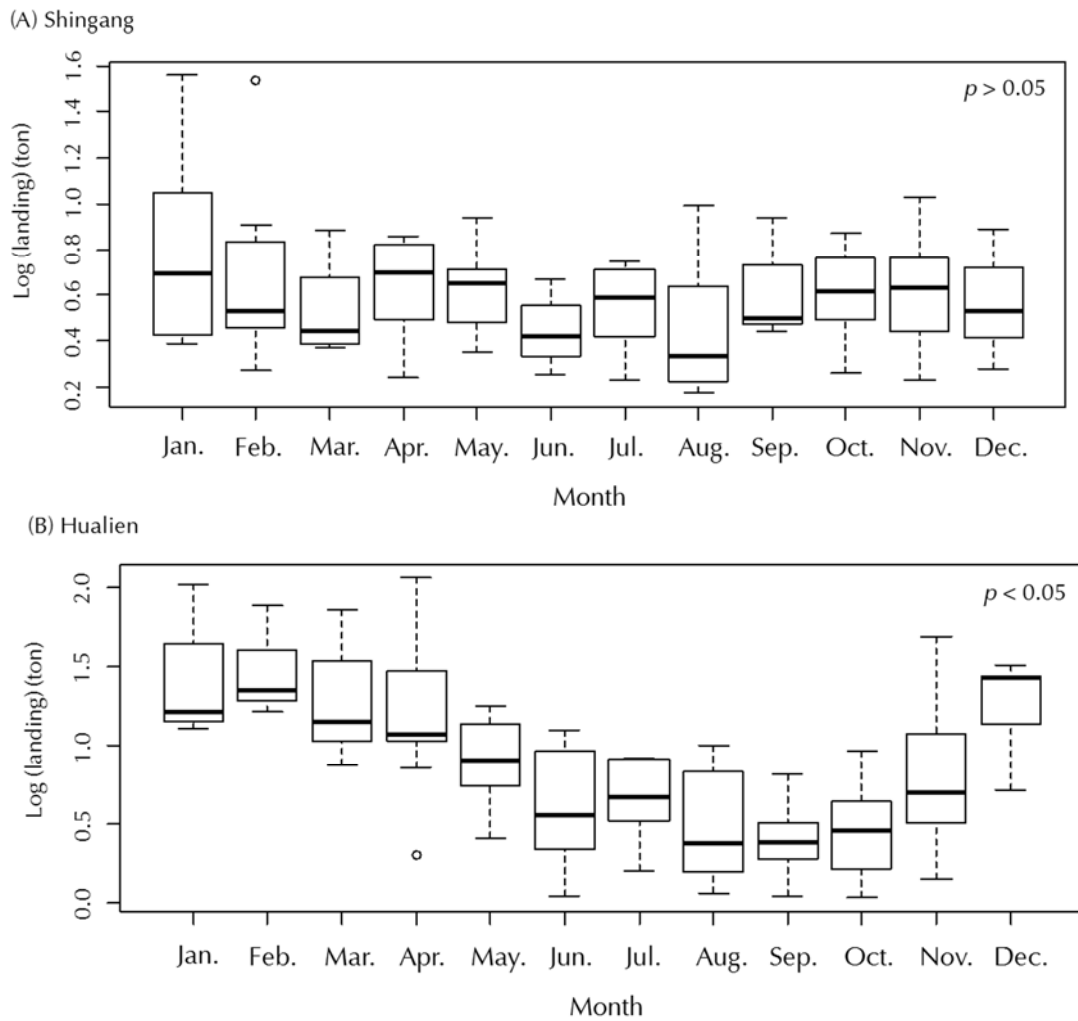
漁獲標準體長頻度分布結果顯示，臺灣東部海域翻車魴屬的漁獲體長多大於 140 cm，矛尾翻車魴漁獲體長多在 80 - 120 cm(Fig. 6)。翻車魴屬的平均漁獲體長(新港  $135.11 \pm 28.49$  cm; 花蓮  $155.38 \pm 22.54$  cm) 大於矛尾翻車魴(新港  $99.78 \pm 21.48$  cm; 花蓮  $105.17 \pm 21.1$  cm)( $p < 0.05$ )。

### 二、翻車魴屬與矛尾翻車魴漁獲數量與體長之月別變動

臺東新港海域翻車魴屬的平均體長在 8 月最大( $162.1 \pm 20.8$  cm)，該月所最大記錄個體為 187 cm; 平均體長在 4 月最小( $96.2 \pm 44.1$  cm)，該月所最小記錄個體為 67.5 cm(Table 1)。花蓮地區翻車魴屬平均體長在 8 月時最大( $182 \pm 16$  cm)，在 1 月時最小( $121.4 \pm 42.1$  cm)(Table 2)。此外，由體長頻度分布圖可知自 11 月至 1 月起，翻車魴屬漁獲的小型個體(標準體長  $< 80$  cm) 比例較高，經時間推移，2 - 3 月的漁獲體型逐漸增長，4 - 5 月時出現小型個體( $< 80$  cm)，在 6 - 8 月所漁獲到的翻車魴屬體型多大於 160 cm，到 11 月又再次出現小型個體(Fig. 7)。



**Fig. 4** The annual catch weights (in tons) of Molidae landed for Hualien fish market and Shingang fish market from 2008 to 2016. (Sources: Hualien Fishermen’s Association and Shingang Fishermen’s Association, 2016).



**Fig. 5** Monthly variation of Molidae catch weights (in tons) for (A) Shingang fish market and (B) Hualien fish market. Vertical bar represents the minimum value to maximum value of the Molidae catch weight, and Q1, Q2, and Q3 represent 25% quartile, median, and 75% quartile of the catch weight, respectively. (Sources: Hualien Fishermen’s Association and Shingang Fishermen’s Association, 2016).

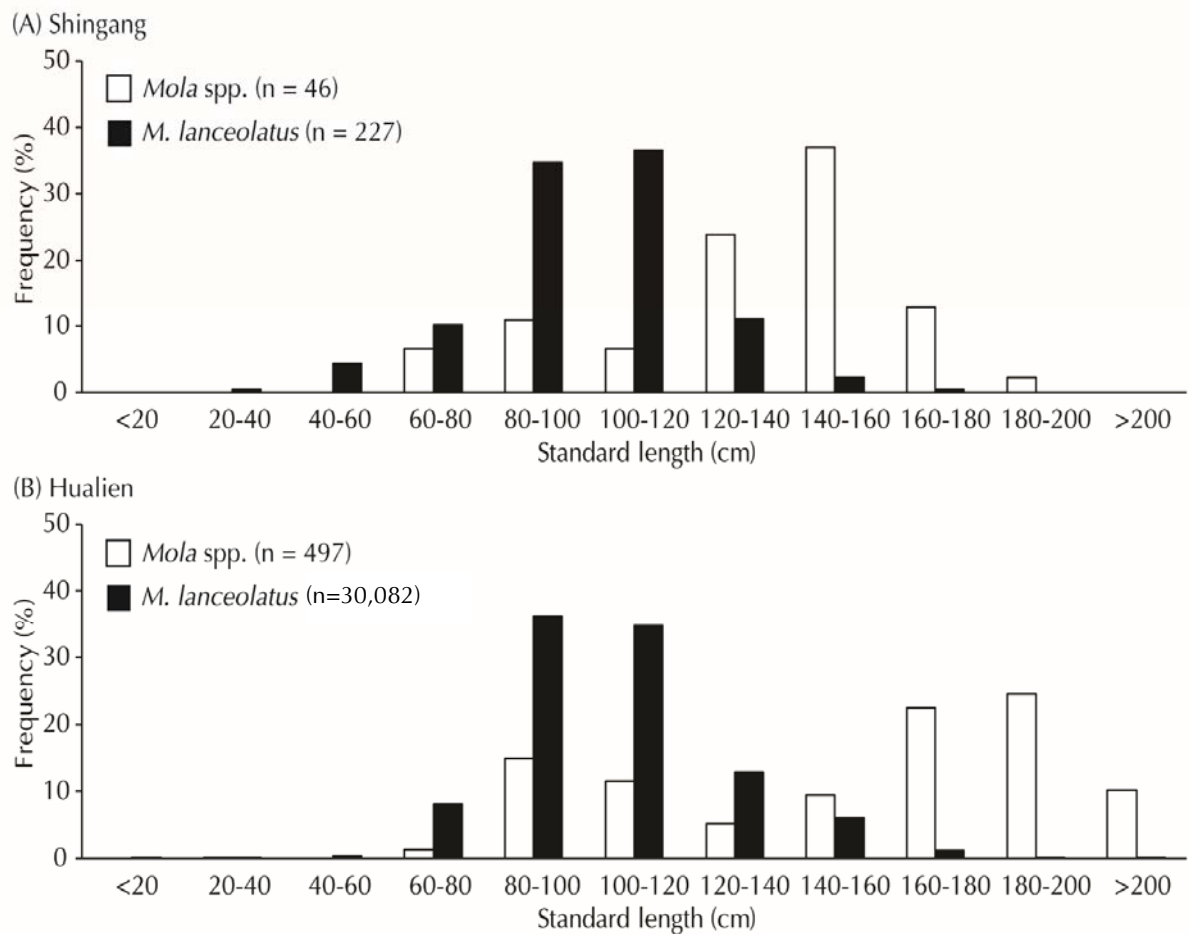


Fig. 6 Frequency distribution of standard length of *Mola* spp. and *Masturus lanceolatus* measured in (A) in Shingang fish market, and (B) Hualien set nets.

臺東新港海域矛尾翻車魷 8 月份的平均漁獲標準體長最大 ( $110.3 \pm 20.7$  cm), 10 月份的平均漁獲標準體長最小 ( $61.7 \pm 13.5$  cm) (Table 1)。花蓮海域矛尾翻車魷 5 月份的平均漁獲標準體長最大 ( $126.1 \pm 26.2$  cm), 9 月份的平均漁獲標準體長最小 ( $90.5 \pm 19.2$  mm)。此外, 矛尾翻車魷體長頻度月別分布如 Fig. 8 所示, 自 5 月起有小型矛尾翻車魷個體 (標準體長 < 60 cm), 並隨著時間序列推移, 體型有逐漸增長的趨勢, 之後於 8 月又出現另一群小型個體, 並隨著時間體型增長。

### 三、翻車魷屬與矛尾翻車魷於不同水溫間之漁獲數量與體長

臺東新港海域矛尾翻車魷漁獲數量在各海面水溫間有顯著差異, 而翻車魷屬則無 (矛尾翻車魷:  $\chi^2 = 54.5, p < 0.01$ ; 翻車魷:  $\chi^2 = 10.6, p > 0.05$ ),

矛尾翻車魷的總漁獲尾數在水溫 23–24 °C 最多 (Fig. 9)。矛尾翻車魷 80–160 cm 的個體在不同水溫間的數量有達顯著差異 ( $\chi^2 = 54.2, p < 0.01$ ), 其漁獲數量在水溫 23 °C 最高。翻車魷屬小於 120 cm 的個體漁獲的海面水溫範圍在 23 – 28 °C, 120 – 200 cm 的個體漁獲的水溫範圍在 23 – 30 °C 間 (Fig. 10; Table 3)。

花蓮海域翻車魷屬與矛尾翻車魷總漁獲尾數在不同海面水溫間有顯著差異 (翻車魷屬:  $\chi^2 = 839.4, p < 0.01$ ; 矛尾翻車魷:  $\chi^2 = 71,296, p < 0.01$ ), 兩者數量皆在水溫 21 °C 達到高峰 (Fig. 9)。矛尾翻車魷各階段的漁獲數量在水溫間有顯著變化 (> 160 cm 的個體:  $\chi^2 = 405, p < 0.01$ ; 80–160 cm 的個體:  $\chi^2 = 67,516, p < 0.01$ ; < 80 cm 的個體:  $\chi^2 = 4,689, p < 0.01$ ), 小於 80 cm 的個體在 20 – 21 °C 與 26 – 27 °C 的水溫環境中漁獲數量較多, 80 – 160 cm 的個體在多在水溫 21 °C 與 24 – 26 °C 的

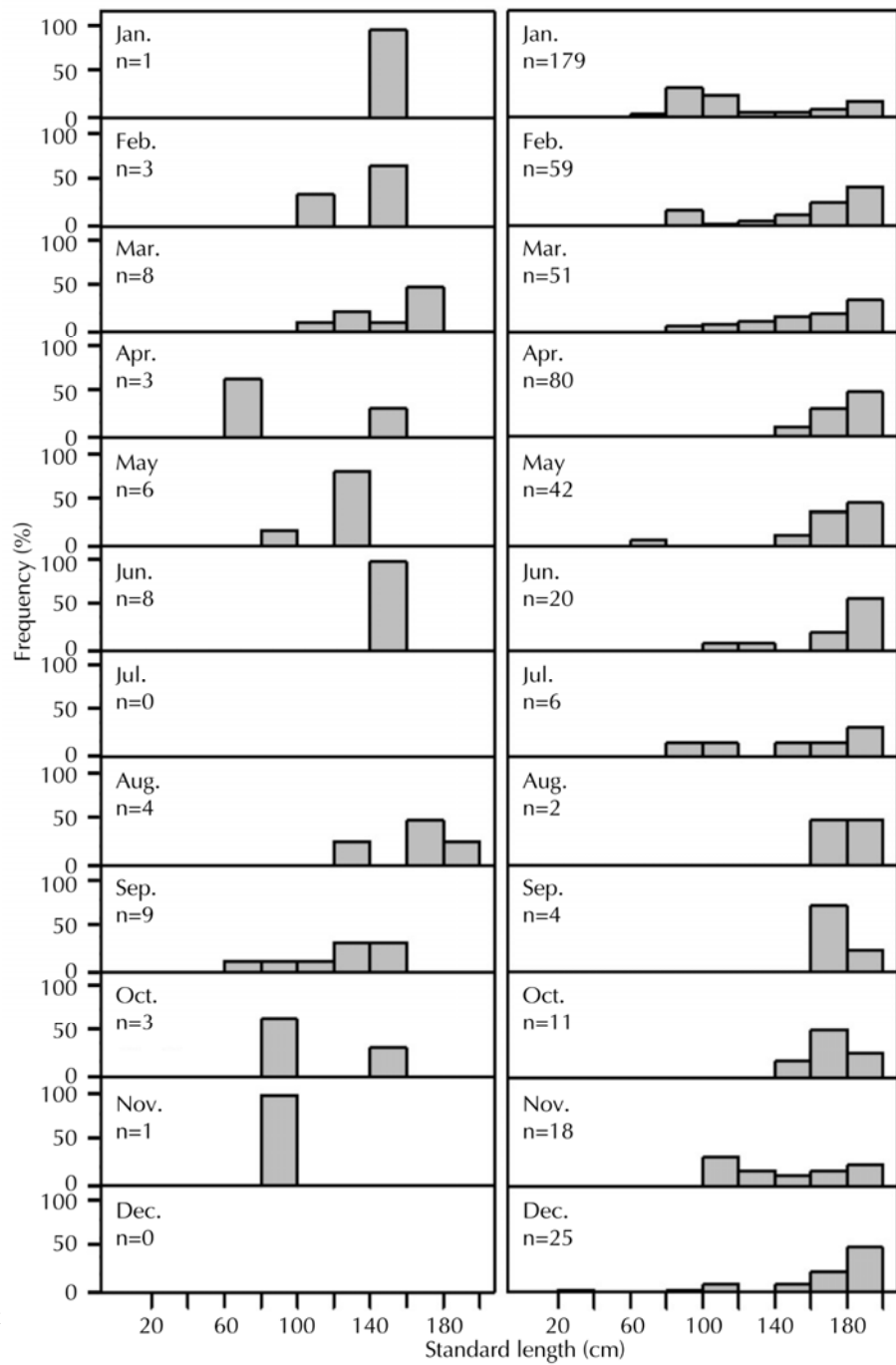


Fig. 7 Standard length frequency of *Mola* spp. measured in Shingang fish market (left) and Hualien set nets (right).

環境中被漁獲，體長大於 160 cm 的個體主要漁獲數量出現在 21 °C 與 26 - 27 °C 的海水環境。花蓮地區中翻車魷屬不同生長階段的漁獲尾數分別在水溫間有差異 (> 200 cm 的個體： $\chi^2 = 31.5, p < 0.01$ ; 120 - 200 cm 的個體： $\chi^2 = 203.7, p < 0.01$ ; < 120 cm 的個體： $\chi^2 = 581.4, p < 0.01$ )，小於 200 cm 的個體主要在水溫低於 21°C 的環境中被漁獲，大於 200 cm 的個體則主要在溫度介於 21 - 28 °C 間的水域中被漁獲 (Fig. 10; Table 3)。

## 討 論

臺灣東部海域的翻車魷漁獲種類以矛尾翻車魷為主 (約 80 - 90%)，翻車魷屬次之 (10 - 20%)，且兩者漁獲量皆具有季節性變動，盛漁期在 1 - 2 月。此結果與 Liu *et al.* (2009) 在 2003 - 2006 年南方澳與花蓮所調查的結果一致。臺灣所發現的翻車魷屬漁獲標準體長多介於 120 - 180 cm，且多屬於尚未達性成熟個體，而日本所發現的翻車魷體

**Table 1** The catch and size ranges of Molidae in Shingang fish market from 2015 to 2017. Sea surface temperature values sourced from Central Weather Bureau, Taiwan

Species	Month	Number	Standard length (cm) min-max	Standard length (cm) mean $\pm$ SE	Temperature ( $^{\circ}$ C) mean $\pm$ SE
<i>Mola</i> spp.	Jan.	1	142.0	-	23.8 $\pm$ 0.5
	Feb.	3	105.7-160.0	136.3 $\pm$ 27.8	23.5 $\pm$ 0.5
	Mar.	8	120.0-174.2	151.4 $\pm$ 20.1	24.2 $\pm$ 0.4
	Apr.	3	67.5-147.0	96.2 $\pm$ 44.1	25.2 $\pm$ 0.7
	May	6	99.0-138.0	127.0 $\pm$ 14.1	26.5 $\pm$ 0.4
	Jun.	8	145.0-155.0	149.4 $\pm$ 3.5	27.7 $\pm$ 0.9
	Jul.	0	-	-	29.0 $\pm$ 0.5
	Aug.	4	136.0-187.0	162.1 $\pm$ 20.8	29.3 $\pm$ 0.7
	Sep.	9	78.0-156.0	127.2 $\pm$ 26.9	29.6 $\pm$ 0.3
	Oct.	3	81.0-157.0	109.7 $\pm$ 41.3	28.4 $\pm$ 1.0
	Nov.	1	85.0	-	26.7 $\pm$ 0.4
	Dec.	0	-	-	24.5 $\pm$ 0.5
<i>M. lanceolatus</i>	Jan.	49	76.0-170.3	103.9 $\pm$ 12.7	23.8 $\pm$ 0.5
	Feb.	41	48.9-116.5	98.9 $\pm$ 13.9	23.5 $\pm$ 0.5
	Mar.	14	46.0-141.5	91.4 $\pm$ 28.8	24.2 $\pm$ 0.4
	Apr.	29	56.0-157.0	107.8 $\pm$ 25.5	25.2 $\pm$ 0.7
	May	14	62.0-135.0	105.0 $\pm$ 25.8	26.5 $\pm$ 0.4
	Jun.	14	68.0-129.0	96.2 $\pm$ 17.1	27.7 $\pm$ 0.9
	Jul.	9	82.0-121.0	94.6 $\pm$ 11.4	29.0 $\pm$ 0.5
	Aug.	23	84.0-150.0	110.3 $\pm$ 20.7	29.3 $\pm$ 0.7
	Sep.	19	36.0-137.0	95.8 $\pm$ 21.7	29.6 $\pm$ 0.3
	Oct.	4	44.0-77.0	61.7 $\pm$ 13.5	28.4 $\pm$ 1.0
	Nov.	10	47.6-100.5	69.7 $\pm$ 31.5	26.7 $\pm$ 0.4
	Dec.	1	106.0	-	24.5 $\pm$ 0.5

長多小於 100 cm 或大於 200 cm (屬於性成熟個體) (Yoshita *et al.*, 2009) (Table 4)。研究指出日本沿岸有冷暖流交會，其浮游生物量多、基礎生產力高，除了翻車魷外，同時也是許多魚類的產卵場，且經由生殖組織切片結果發現日本地區的翻車魷多屬已成熟個體且為多次產卵者，故日本地區所漁獲的翻車魷體型為較大的性成熟個體或剛出生的幼體 (Parsons *et al.*, 1984; Shimizu *et al.*, 2001; 龜田, 2003; Nakatsubo *et al.*, 2007)。矛尾翻車魷在其他地區的記錄較少，夏威夷水域曾發現體長小於 30 cm 的幼體 (King, 1950)；在其他地區所記錄到最大體長的矛尾翻車魷為 170 cm (Araujo *et al.*, 2010)，而臺灣地區所記錄到最大體長的矛尾翻車魷為 382 cm，標準漁獲體長多介於 80 - 120 cm，約 5 -

11 齡的個體 (Liu *et al.*, 2009)。

本研究結果發現翻車魷科的漁獲量有季節性變動，此現象與許多大洋性洄游物種類似，如黑鮪 (Lutcavage *et al.*, 1999)、劍旗魚 (Sedberry and Loefer, 2001) 與赤蠟龜 (Mansfield *et al.*, 2009) 等，而此分布情形大部分都與海水溫度變化有關。研究指出翻車魷分布會隨著海面水溫的高低而有季節變動，翻車魷偏好待在水溫較低的環境，洄游至溫度低於 25  $^{\circ}$ C 的海域，且日本翻車魷漁獲結果顯示其數量在 15 - 18  $^{\circ}$ C 的環境中最多，推測臺灣東部海域翻車魷科的漁獲量變動與海面水溫有關 (Lee, 1986; Sims and Southall, 2002; Dulcic *et al.*, 2007; Fulling *et al.*, 2007; Sims *et al.*, 2009a, b; Potter and Howell, 2011; Potter *et al.*, 2011; Thys *et al.*, 2017)。



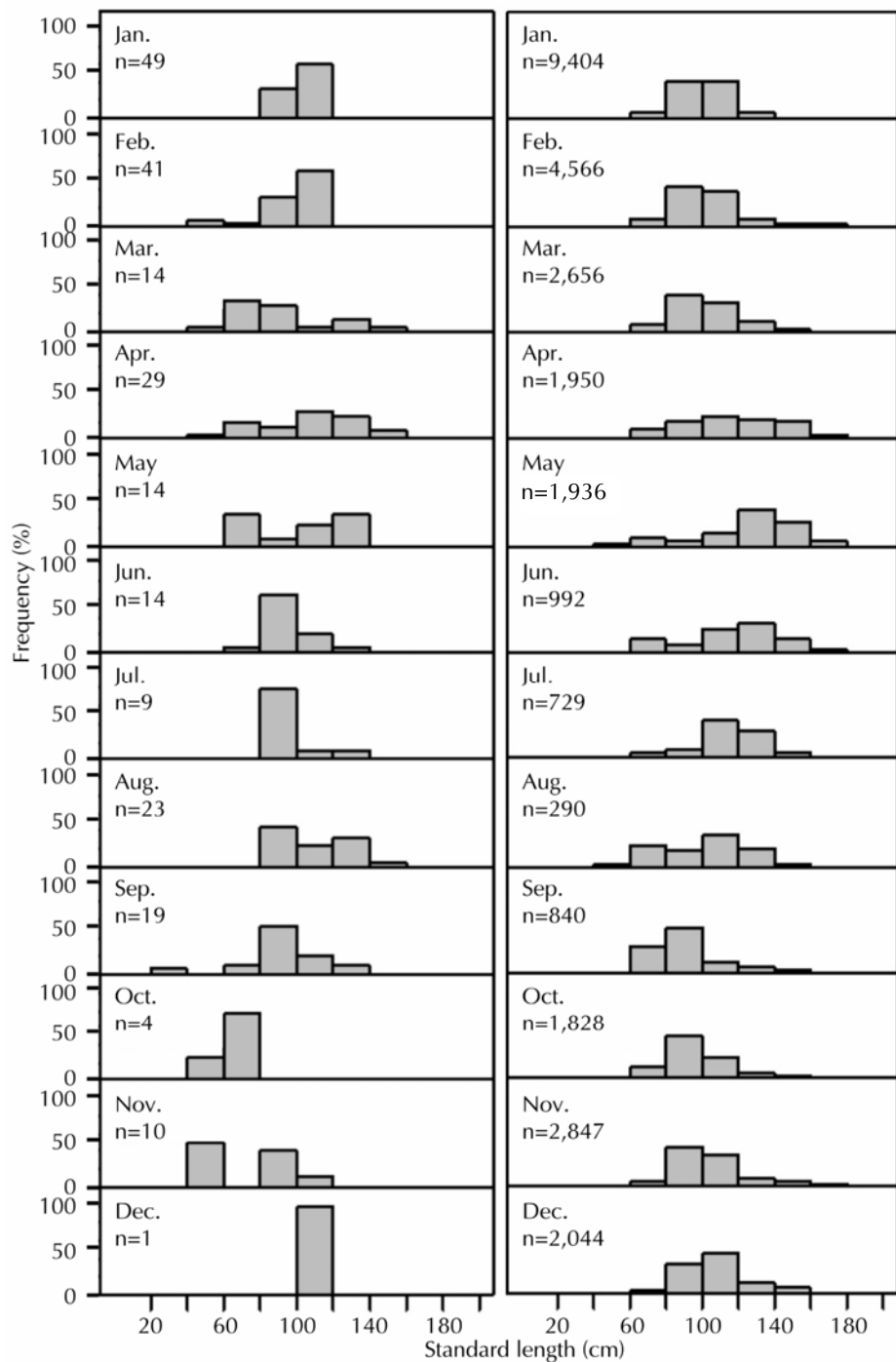
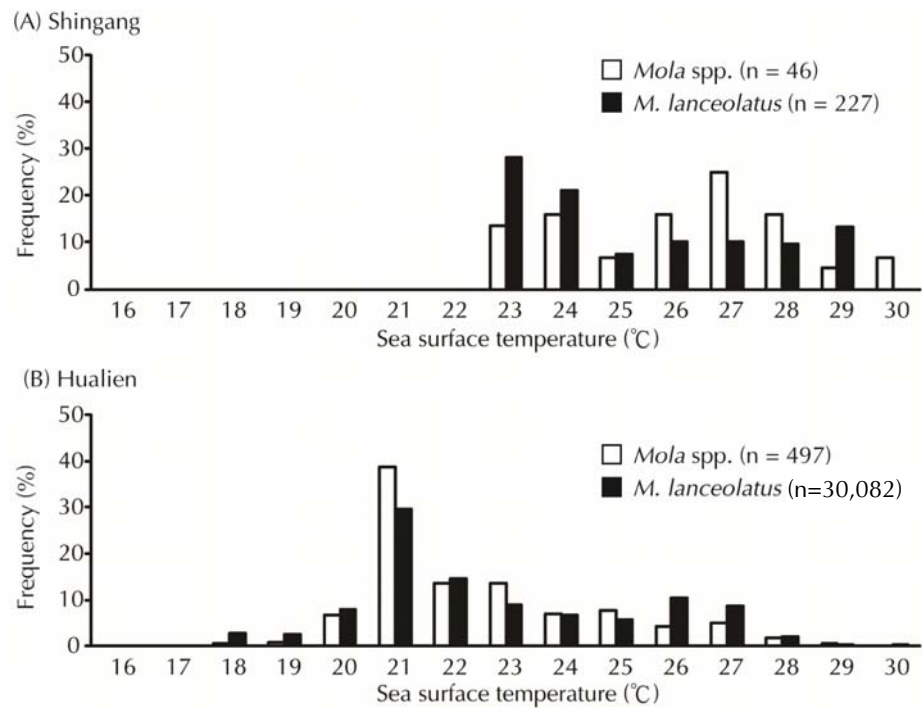


Fig. 8 Standard length frequency of *Masturus lanceolatus* measured in Shingang fish market (left) and Hualien set-nets (right).

翻車魴屬在不同月分與溫度間的漁獲體長頻度分布結果顯示，其小個體 (< 120 cm) 主要出現在冬季等水溫較低的環境中，而大個體 (> 200 cm) 則全年都有出現，此分布與日本地區的研究不同，日本地區的翻車魴大個體 (> 200 cm) 在 6 月數量達到最高峰，而小個體 (50 cm) 在 7 - 8 月 (夏季)

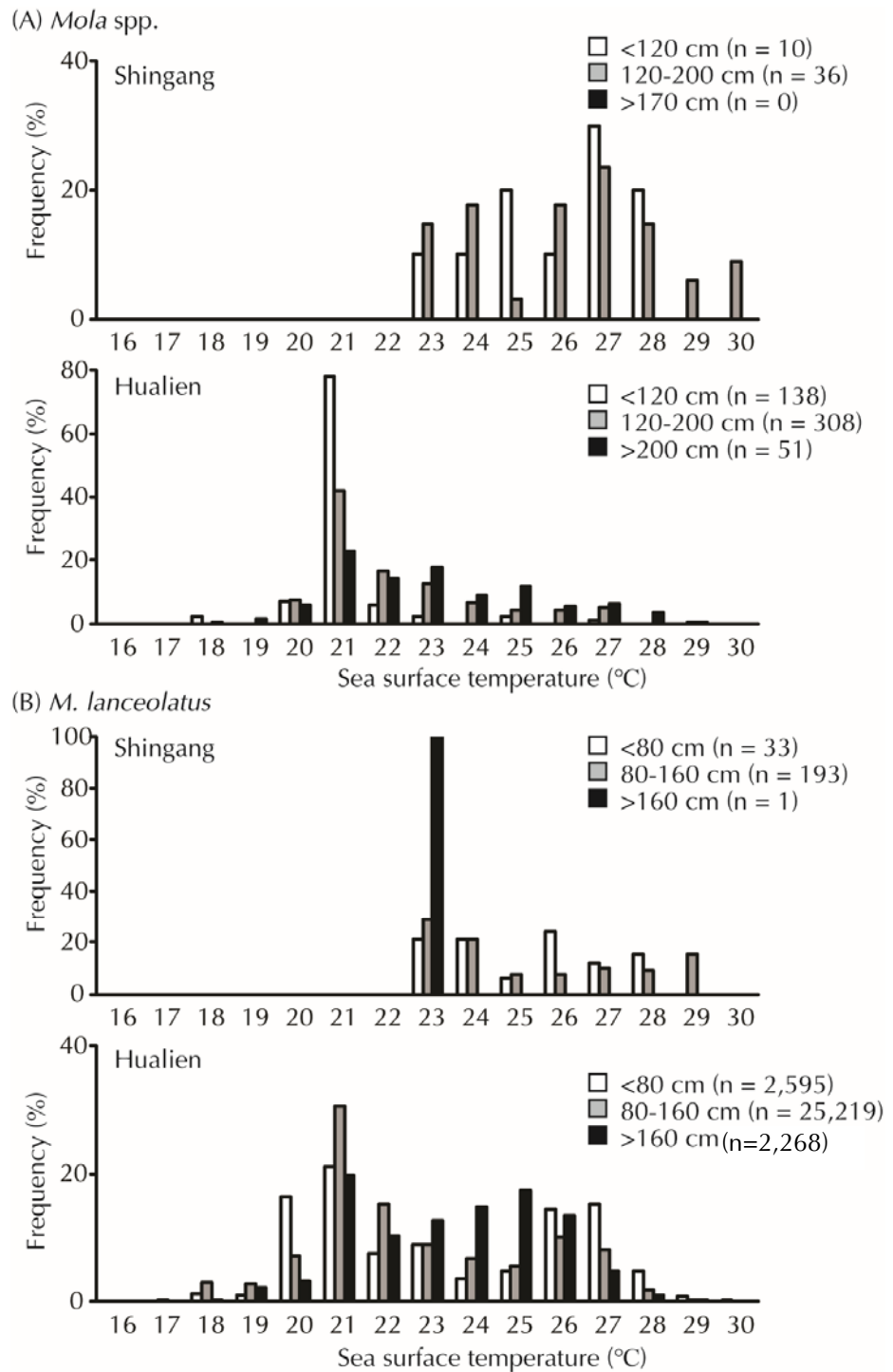
開始出現，由其漁獲體長頻度分布情形與生殖切片組織結果指出在日本海域 8 - 10 月出現的翻車魴個體已達性成熟，並在水溫較溫暖的季節間進行繁殖，此分布情形可能和自身生活史特徵、海水物理環境與食物的可得性有關 (Nakatsubo *et al.*, 2007; Dewar *et al.*, 2010)。過去研究提到翻車魴因



**Fig. 9** Catch variations in abundance of *Mola* spp. and *Masturus lanceolatus* among different sea surface temperatures (A) for Shingang fish market, and (B) Hualien set-nets.

**Table 2** The catch and size ranges of Molidae in Hualien set-nets from 2003 to 2011. Sea surface temperature values sourced from Central Weather Bureau, Taiwan

Species	Month	Number	Standard length (cm) min-max	Standard length (cm) mean $\pm$ SE	Temperature (°C) mean $\pm$ SE
<i>Mola</i> spp.	Jan.	179	69.0-245.5	121.4 $\pm$ 42.1	20.7 $\pm$ 0.9
	Feb.	59	85.5-234.3	164.9 $\pm$ 37.4	21.4 $\pm$ 0.9
	Mar.	51	80.0-313.7	164.2 $\pm$ 40.2	21.2 $\pm$ 1.6
	Apr.	80	143.4-250.9	180.9 $\pm$ 38.1	22.7 $\pm$ 0.9
	May	42	73.2-225.6	180.0 $\pm$ 31.7	25.1 $\pm$ 0.6
	Jun.	20	46.2-219.4	176.9 $\pm$ 30.9	26.7 $\pm$ 0.7
	Jul.	6	97.7-204.9	151.6 $\pm$ 43.7	27.7 $\pm$ 1.1
	Aug.	2	170.7-193.4	182.0 $\pm$ 16.0	27.8 $\pm$ 0.6
	Sep.	4	162.3-198.8	179.1 $\pm$ 15.2	27.7 $\pm$ 0.7
	Oct.	11	141.3-195.5	171.9 $\pm$ 17.3	26.4 $\pm$ 0.5
	Nov.	18	101.3-192.6	145.7 $\pm$ 34.2	24.4 $\pm$ 1.2
	Dec.	25	34.8-217.0	166.4 $\pm$ 40.0	21.4 $\pm$ 1.7
<i>M. lanceolatus</i>	Jan.	9,404	16.7-198.8	102.2 $\pm$ 16.0	20.7 $\pm$ 0.9
	Feb.	4,566	42.9-204.6	100.8 $\pm$ 17.0	21.4 $\pm$ 0.9
	Mar.	2,656	44.6-252.1	101.6 $\pm$ 20.0	21.2 $\pm$ 1.6
	Apr.	1,950	44.6-213.1	116.9 $\pm$ 27.3	22.7 $\pm$ 0.9
	May	1,937	42.9-198.8	126.1 $\pm$ 26.2	25.1 $\pm$ 0.6
	Jun.	992	52.0-206.9	115.7 $\pm$ 26.2	26.7 $\pm$ 0.7
	Jul.	729	49.2-191.6	114.1 $\pm$ 20.2	27.7 $\pm$ 1.1
	Aug.	290	55.8-170.7	101.6 $\pm$ 9.5	27.8 $\pm$ 0.6
	Sep.	840	54.6-206.5	90.5 $\pm$ 19.2	27.7 $\pm$ 0.7
	Oct.	1,828	44.6-180.0	98.1 $\pm$ 18.9	26.4 $\pm$ 0.5
	Nov.	2,847	29.5-228.2	104.1 $\pm$ 20.5	24.4 $\pm$ 1.2
	Dec.	2,044	42.0-193.4	107.6 $\pm$ 18.6	21.4 $\pm$ 1.7



**Fig. 10** Size compositions of (A) *Mola* spp. and (B) *Masturus lanceolatus* among different sea surface temperatures.

其移動能力較佳，對棲地有選擇性與季節性的遷移，此洄游與海水表溫與攝食行為有關，大西洋海域的翻車魷在春夏季時會向中高緯度等水溫較低的環境的移動，因春季時此地區的基礎生產力較高，所能提供的食物來源較為充足，而在較冷的季

節會洄游至靠近赤道的海域，而體型較大的翻車魷有能力可以抵擋海流游至食物較充足或較適合棲息的環境中，推測為臺灣海域全年都可發現體型較大翻車魷的原因 (Sousa *et al.*, 2016)。此外，翻車魷幼體無法棲息在溫度過低的海水中，最低

**Table 3** Chi-square test results of the catch abundance of *Mola* spp. and *Masturus lanceolatus* at different sea surface temperatures in Hualien set-nets and Shingang fish market

Area	Species	Name	N	df	$\chi^2$ value	p value
Shingang	<i>Mola</i> spp.	Total individual	46	7	10.6	0.15
		< 120 cm	10	5	2	0.84
		120-200 cm	36	7	8.44	0.29
		> 200 cm	0	-	-	-
	<i>M. lanceolatus</i>	Total individual	227	6	54.5	< 0.01
		< 80 cm	33	5	4.6	0.46
		80-160 cm	193	6	54.2	< 0.01
		> 160 cm	1	-	-	-
Hualien	<i>Mola</i> spp.	Total individual	497	11	839.4	< 0.01
		< 120 cm	138	8	581.4	< 0.01
		120-200 cm	308	10	203.7	< 0.01
		> 200 cm	51	9	31.5	< 0.01
	<i>M. lanceolatus</i>	Total individual	30,083	12	71,296.1	< 0.01
		< 80 cm	2,595	12	4,689.7	< 0.01
		80-160 cm	25,219	12	67,516	< 0.01
		> 160 cm	2,268	11	405	< 0.01

**Table 4** The records of Molidae sizes for different regions and sea surface temperatures

Species	Region	Body size (cm)	Temperature (°C)	Reference
<i>Mola</i> spp.	Japanese coast	<50-300	11.5-25.6	Yoshita <i>et al.</i> (2009) Sawai <i>et al.</i> (2011)
	New Zealand	37-236		Paulin <i>et al.</i> (1982)
	Hualien set net	34.8-313.7	20.7-27.8	This study
	Shingang	67.5-187	23.5-29.6	This study
<i>M. lanceolatus</i>	South America coast	93-170		Arau' jo <i>et al.</i> (2010)
	New Zealand	200		Paulin <i>et al.</i> (1982)
	Hawaiian waters	< 30		King (1950) Balart <i>et al.</i> (2000)
	Nanfanao and Hualien	40-160		Liu <i>et al.</i> (2009)
	Japanese coast	20-49		Kuronuma (1940) 小枝等 (2016) 澤井與山田 (2017)

臨界溫度在 8 – 10 °C (Hays *et al.*, 2009; Thys *et al.*, 2015)，臺灣東部海域的海面水溫在冬季時的海表面平均溫度仍可達 20 – 21 °C (Tables 1, 2)，小個體翻車魷可以在此棲息與覓食。

臺灣東部海域矛尾翻車魷的漁獲數量主要是

在海面水溫 21 °C 以上的環境中，此研究結果與 Seitz *et al.* (2002) 研究結論相同，發現矛尾翻車魷偏好棲息在水溫較高的海域 (> 20 °C)。過去矛尾翻車魷漁獲紀錄包括，靠近赤道的北太平洋海域在 1 月時所發現體長在 3 – 5 mm 的仔魚

(Balart *et al.*, 2000)；夏威夷海域在 4 月時發現的體長 30 - 31 cm 的個體 (King, 1950) 與日本海域在 2 月時所發現體長 49 cm 的個體 (小枝等, 2016; 澤井與山田, 2017)。臺灣東部海域漁獲體長月別頻度結果也指出矛尾翻車魷小於 60 cm 的個體分別出現在 4 - 5 月與 9 - 1 月，並隨著時間推移，體型逐漸變大。張 (2007) 在臺灣東部海域 4 月發現一尾已達性成熟、全長 175 cm 的雌性矛尾翻車魷個體，推測此期間可能為翻車魷的繁殖季節，但有關其生殖、移動與族群分布仍需更進一步研究。本研究結果首次提供關於臺灣東部海域翻車魷科族群特徵資料，然而有關翻車魷科魚種的洄游路徑、生殖季節、產卵場、生態地位等資訊仍須透過標識放流及同位素分析等方法持續研究，才能建立更完整的基礎族群特徵資料，提供未來進行該魚種資源評估之重要基礎參數，作為提供漁政單位進行漁業管理策略擬定之重要科學依據，以達永續利用翻車魷資源之目標。

## 謝 辭

本研究經費由行政院農業委員會水產試驗所 106 年臺灣周邊海域翻車魚漁業活動及資源調查評估分析(106 農科-10.2.2-水-A1(4))計畫項下支助。研究期間感謝東部海洋生物研究中心蔡龍泉先生協助進行翻車魷的解剖與量測。謝謝臺東縣新港魚市場許多漁民及漁販慷慨提供寶貴樣本、謝謝東昌定置網黃建衛先生、高珮玲小姐、花蓮縣花蓮區漁會與臺東縣新港區漁會提供漁業統計資料，謹此一併敬致謝忱。

## 參考文獻

- 小枝圭太, 興克樹, 本村浩之 (2016) 奄美大島から得られたマンボウ科の稀種ヤリマンボウ *Masturus lanceolatus*. Nat. Kagoshima, 42: 339-342.
- 李美玲 (2007) 臺灣東部海域矛尾翻車魷 (*Masturus lanceolatus*) 年齡與成長研究. 國立臺灣海洋大學海洋資源管理研究所 碩士論文, 87 pp.
- 林瑞龍 (2009) 臺灣花蓮沿岸長春與佳豐定置漁場翻車魷漁況變動之研究. 國立高雄海洋科技大學漁業生產與管理研究所 碩士論文, 116 pp.
- 張永州 (2007) 臺灣東部翻車魚資源變動及洄游路徑研究. 行政院農業委員會漁業署, 台北, 39 pp.
- 澤井悅郎, 山田守彦 (2017) 鹿児島県産ヤリマンボウ *Masturus lanceolatus* 若魚の外部形態. Nat. Kagoshima, 43: 249-252.
- 龜田卓彦 (2003) 海色衛星データを用いた海洋基礎生産に関する研究. 水産総合研究センター研究報告, 31 pp.
- Araújo, M. E., E. C. Silva-Falcao, P. D. Falcao, V. M. Marques and I. R. Joca (2010) Stranding of *Masturus lanceolatus* (Actinopterygii: Molidae) in the estuary of the Una River, Pernambuco, Brazil: natural and anthropogenic causes. Mar. Biodiv. Rec., 3: 1-5.
- Balart, E., J. L. Castro-Aguirre and E. Amador-Silva (2000) The first eastern Pacific report of the sharptail mola, *Mola lanceolata* (Tetraodontiformes: Molidae). Calif. Fish Game, 86: 156-158.
- Das, B., A. Gopalakrishnan and A. Saravanakumar (2012) Rare catch of *Masturus lanceolatus* (Lienard, 1840) Gill, 1885 from Parangipettai coast, Tamilnadu. Indian J. Mar. Sci., 41: 489-490.
- Dewar, H., T. Thys, S. L. H. Teo, C. Farwell, J. O'Sullivan, T. Tobayama, M. Soichi, T. Nakatsubo, Y. Kondo, Y. Okada, D. J. Lindsay, G. C. Hays, A. Walli, K. Weng, J. T. Strelman and S. A. Karl (2010) Satellite tracking the world's largest jelly predator, the ocean sunfish, *Mola mola*, in the Western Pacific. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 393: 32-42.
- Dulčić, J., G. B. Paklar, B. Grbec, M. Morović, F. Matic and L. Lipej (2007) On the occurrence of ocean sunfish *Mola mola* and slender sunfish *Ranzania laevis* in the Adriatic Sea. J. Mar. Biol. Ass. U. K., 87: 789-796.
- Fraser-Brunner, A. (1951) The ocean sunfishes (family Molidae). Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Zool., 1: 87-121.
- Fulling, G. L., D. Fertl, K. Knight and W. Hoggard (2007) Distribution of Molidae in the northern Gulf of Mexico. Gulf Caribb. Res., 19: 53-67.
- Hays, G. C., M. R. Farquhar, P. Luschi, S. L. H. Teo and T. M. Thys (2009) Vertical niche overlap by two ocean giants with similar diets: oceanic sunfish and leatherback turtle. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 370: 134-143.
- Heemstra, P. C. (1986) Molidae. In Smith's Sea Fishes (M. M. Smith and P. C. Heemstra eds.), Johannesburg: Macmillan South Africa, 907-908.
- Houghton, J. D. R., N. Liebsch, T. K. Doyle, A. C. Gleiss, M. K. S. Lilley, R. P. Wilson and G. C. Hays (2009) Harnessing the sun: testing a novel attaching method to record fine scale movements in ocean sunfish (*Mola mola*). Rev. Method Technol. Fish Biol. Fish., 9: 229-242.

- King, O. E. (1950) Two juvenile pointed-tailed ocean sunfish, *Masturus lanceolatus*, from Hawaiian waters. Pacific Oceanic Fishery Investigations, U. S. Fish. Wildl. Ser. Honolulu, 15: 108-109.
- Kuronuma, K. (1940) A young of ocean sunfish, *Mola mola* taken from the stomach of *Germo germo*, and a specimen of *Masturus lanceolatus* as the second record from Japanese water. Bull. Biogeogr. Soc. Jpn., 10: 25-28.
- Lee, D. S. (1986) Seasonal, thermal, and zonal distribution of ocean sunfish, *Mola mola* (Linnaeus), off the North Carolina coast. Brimleyana, 12: 75-83.
- Liu, K. M., M. L. Lee, S. J. Joung and Y. C. Chang (2009) Age and growth estimates of the sharptail mola, *Masturus lanceolatus*, in waters of eastern Taiwan. Fish. Res., 95: 154-160.
- Lutcavage, M. E., R. W. Brill, G. B. Skomal, B. C. Chase and P. W. Howey (1999) Results of pop-up satellite tagging of spawning size class fish in the Gulf of Maine: do North Atlantic bluefin tuna spawn in the mid-Atlantic? Can. J. Fish Aquat. Sci., 56: 173-177.
- Mansfield, K. L., V. S. Saba, J. A. Keinath and J. A. Musick (2009) Satellite tracking reveals a dichotomy in migration strategies among juvenile loggerhead turtles in the Northwest Atlantic. Mar. Biol., 156: 2555-70.
- Nakamura, I. and K. Sato (2014) Ontogenetic shift in foraging habit of ocean sunfish *Mola mola* from dietary and behavioral studies. Mar. Biol., 161: 1263-1273.
- Nakatsubo, T., K. Masahiro, M. Nobuhiro and H. Hotomi (2007) Spawning period of ocean sunfish *Mola mola* in waters of the eastern Kanto region, Japan. Aquaculture Sci., 55: 613-618.
- Nelson, J. S., T. C. Grande and M. V. H. Wilson (2016) Fishes of the World. John Wiley and Sons, New York, U. S. A., 752 pp.
- Nyegaard, M., E. Sawai, N. Gemmell, J. Gillum, N. R. Loneragan, Y. Yamanoue and A. L. Stewart (2017) Hiding in broad daylight: molecular and morphological data reveal a new ocean sunfish species (Tetraodontiformes: Molidae) that has eluded recognition. Zoo. J. Linn. Soc., doi:10.1093/zoolinnean/zlx040.
- Parsons, T. R., M. Takahashi and B. Hargrave (1984) Biological Oceanographic Processes. Pergamon Press, Oxford UK, 332 pp.
- Paulin, C. D., G. Habib, C. L. Carey, P. M. Swanson and G. J. Voss (1982) New records of *Mobula japonica* and *Masturus lanceolatus*, and further records of *Luvaris imperialis* (Pisces: Mobulidae, Molidae, Louvaridae) from New Zealand. N. Z. J. Mar. Freshwater Res., 16: 11-17.
- Petersen, S. (2005) Initial bycatch assessment: South Africa's domestic longline fishery, 2000-2003. Domestic pelagic longline fishery: Bycatch Report 2000-2003, Birdlife South Africa.
- Petersen, S. and Z. McDonnell (2007) A bycatch assessment of the cape horse mackerel *Trachurus capensis* midwater trawl fishery off South Africa. Birdlife/WWF Responsible Fisheries Programm Report 2002-2005.
- Pope, E. C., G. C. Hays, T. M. Thys, T. K. Doyle, D. W. Sims, N. Queiroz, V. J. Hobson, L. Kubicek and J. D. R. Houghton (2010) The biology and ecology of the ocean sunfish *Mola mola*: a review of current knowledge and future research perspectives. Rev. Fish. Biol. Fish., 20: 471-487.
- Potter, I. F. and W. H. Howell (2011) Vertical movement and behavior of the ocean sunfish, *Mola mola*, in the northwest Atlantic. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 396: 138-146.
- Potter, I. F., B. Galuardi and W. H. Howell (2011) Horizontal movement of ocean sunfish, *Mola mola*, in the northwest Atlantic. Mar. Biol., 158: 531-540.
- Roach, J. (2003) World's heaviest bony fish discovered? National Geographic News. Washington, D. C., National Geographic Society.
- Sagara, K. and T. Ozawa (2002) Landing statistics of molids in four prefectures of Japan. Mem. Fac. Fish. Kagoshima. Univ., 51: 27-33.
- Sawai, E., Y. Yamanoue, Y. Yoshita, Y. Sakai and H. Hashimoto (2011) Seasonal occurrence patterns of *Mola* sunfishes (*Mola* spp. A and B; Molidae) in waters off the Sanriku region, eastern Japan. J. Ichthyol., 58: 181-187.
- Sedberry, G. R. and J. Loefer (2001) Satellite telemetry tracking of swordfish, *Xiphias gladius*, off the eastern United States. Mar. Biol., 139: 355-60.
- Seitz A. C., K. C. Weng, A. M. Boustany and B. A. Block (2002) Behavior of a sharptail mola in the Gulf of Mexico. J. Fish Biol., 60: 1597-1602.
- Sims, D. W. and E. J. Southall (2002) Occurrence of ocean sunfish, *Mola mola* near fronts in the western English Channel. J. Mar. Biol. Ass. U. K., 82: 927-928.
- Sims, D. W., N. Queiroz, T. K. Doyle, J. D. R. Houghton and G. C. Hays (2009a) Satellite tracking of the world's largest bony fish, the ocean sunfish (*Mola mola* L.) in the North East Atlantic. J. Exp. Mar. Bio. Ecol., 370: 127-133.

- Sims, D. W., N. Queiroz, N. E. Humphries, F. P. Lima and G. C. Hays (2009b) Long-term GPS tracking of ocean sunfish *Mola mola* offers a new direction in fish monitoring. PLoS ONE, 4: e7351.
- Shimizu, Y., I. Yasuda and S. Ito (2001) Distribution and circulation of the coastal Oyashio intrusion. J. Phys. Oceanogr., 31: 1561-1578.
- Sousa, L. L., N. Queiroz, G. Mucientes, N. E. Humphries and D. W. Sims (2016) Environmental influence on the seasonal movements of satellite-tracked ocean sunfish *Mola mola* in the north-east Atlantic. Anim. Biotelem., 4: 7.
- Thys, T. M., A. R. Hearn, K. C. Weng, J. P. Ryans and C. Peñaherrera-Palma (2017) Satellite tracking and site fidelity of short ocean sunfish, *Mola ramsayi*, in the Galapagos islands. J. Mar. Biol., Article ID 7097965, 10 pp.
- Thys, T. M., J. P. Ryans, H. Dewar, C. R. Perle, K. Lyons, J. O'Sullivan, C. Farwell, M. J. Howard, K. C. Weng, B. E. Lavaniegos, G. Gaxiola-Castro, L. E. M. Bojorquez, E. L. Hazen and S. J. Bograd (2015) Ecology of the Ocean Sunfish, *Mola mola*, in the southern California Current System. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 471: 64-76.
- Tudela, S, A. Kai Kai, F. Maynou, M. El Andalossi, P. Guglielmi (2005) Driftnet fishing and biodiversity conservation: the case study of the large-scale Moroccan driftnet fleet operating in the Alboran Sea (SW Mediterranean). Biol. Conserv., 121: 65-78.
- Watanabe, T. and K. Sato (2008) Functional dorsoventral symmetry in relation to lift-based swimming in ocean sunfish *Mola mola*. PLoS One, 3: e3446.
- Yoshita, Y., Y. Yamanoue, K. Sagara, M. Nishibori, H. Kuniyoshi, T. Umino, Y. Sakai, H. Hashimoto and K. Gushima (2009) Phylogenetic relationship of two *Mola* sunfishes (Tetraodontiformes: Molidae) occurring around the coast of Japan, with notes on their geographical distribution and morphological characteristics. J. Ichthyol., 56: 232-244.

## Seasonal Variations of Species, Abundance and Size Composition of Molidae in Eastern Taiwan

Ching-Tsun Chang<sup>1</sup>, Chia-Hsu Chih<sup>2</sup>, Yung-Chou Chang<sup>3</sup>, Wei-Chuan Chiang<sup>1\*</sup>,  
Fu-Yuan Tsai<sup>1</sup>, Hung-Hung Hsu<sup>1</sup>, Jui-Hsien Wu<sup>1</sup> and Yuan-Hsing Ho<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Eastern Marine Biology Research Center, Fisheries Research Institute

<sup>2</sup>Fisheries Agency, Council of Agriculture

<sup>3</sup>Sowers Culture and Arts Foundation

### ABSTRACT

Sunfishes (Molidae) comprise the largest bony fishes inhabiting the epipelagic to mesopelagic realms in tropical and temperate ocean regions. Sunfishes are principally bycatch species captured by longline, harpoon, drift net, and set net fisheries in eastern Taiwan. To fill in some of the necessary gaps in the knowledge of sunfishes for local fisheries management, we investigated variability in species composition, abundance, size composition, and the possible correlations of these phenomena with sea surface temperature (SST) in eastern Taiwan. Fishery data regarding sunfishes was collected from Shingang fish market, Taitung, from January 2016 to October 2017, and from the set-net complex, Hualien, from January 2003 to December 2011. The species comprised *Masturus lanceolatus* (80%) followed by *Mola* spp. (20%). The species abundance, average standard length, and size composition exhibited seasonal variability, with the abundance reaching a peak in winter when the SST was low. Small, immature individuals first appeared in winter, and then the number of fish caught decreased sharply in summer while the proportions of the largest individuals were highest in summer. The catch number of *Masturus lanceolatus* was highest in winter and late spring/early summer, and it was caught mainly at water temperatures above 20 °C. Variability in the catch data, a proxy of population dynamics, appeared to be closely associated with water temperature, the life history traits of the fish, and their migratory behavior.

**Key words:** *Mola* spp., *Masturus lanceolatus*, seasonal variation, size composition, sea surface temperature

---

\*Correspondence: 22 Wu-Chuan Rd., Chengkung, Taitung 961, Taiwan. TEL: (089) 850-090 ext. 408; FAX: (089) 850-092; E-mail: wcchiang@mail.tfrin.gov.tw