

臺灣西南海域帶魚屬魚類漁業資源之調查

賴繼昌¹ · 黃星翰¹ · 黃建智^{1*} · 吳依淑¹ · 吳龍靜²

¹ 行政院農業委員會水產試驗所沿近海資源研究中心

² 海洋委員會海洋保育署

摘要

本研究在 2015 - 2018 年期間，於西南海域 6 個漁港採樣帶魚屬 (*Trichiurus* spp.) 魚類，進行鑑種及生殖學與年齡成長分析，樣本累計 8,376 尾。外觀形態鑑種結果顯示，西南海域帶魚屬魚種組成以日本帶魚 (*Trichiurus japonicus*) 比例最高 (72.7%)，其次為南海帶魚 (*T. nanhaiensis*) (21.4%) 及白帶魚 (*T. lepturus*) (3.3%)，形態比例屬於無法鑑定種類者有 221 尾 (2.6%)。而各地區所佔比例不同，其中彌陀及海口兩個作業漁場較淺或近岸地區的南海帶魚比例高於日本帶魚，推測南海帶魚棲地位置較日本帶魚淺或靠岸。解析雌性日本帶魚及南海帶魚之 50% 性成熟肛前長 (L50) 分別為 248.6 mm 及 290.1 mm，對應耳石輪紋判讀結果可知兩魚種不到 2 齡即可達性成熟。

利用底拖網漁船的航跡記錄 (VDR) 與 logbook 中帶魚屬漁獲資料解析漁期與漁場得知，以 2017 年為例，西南海域第三季 (7 - 9 月) 及第四季 (10 - 12 月) 帶魚資源較為豐富，漁場隨季節有所變動，主要分布於茄荳外海 50 - 100 m 處、高雄一港口至東港外及小琉球南方水深 100 - 200 m 處。在資源量變動分析上，納入年別、季節別、區域別、漁船馬力數等因子以泛線性模式 (general linear mixed model, GLMM) 進行 1997 - 2017 年間 CPUE 標準化分析，可看出近年來資源呈現下降情形。在地理位置分布上，以較南邊，水深較深的 D 區資源量最低；在季節別變化上，則以第二季的資源量最低。有關帶魚屬資源量變動及漁期、漁場的研究結果有助於做為後續進行帶魚漁業資源管理策略擬定之科學依據。

關鍵詞：西南海域、日本帶魚、南海帶魚、白帶魚

前言

根據聯合國糧食及農業組織 (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2018 年漁獲統計資料指出，統計至 2016 年全球白帶魚 (*Trichiurus lepturus*) 漁獲量為 1,280,214 mt，佔全球總漁獲量 79,276,848 mt 的 1.61%，僅次於阿拉斯加鱈 (*Theragra chalcogramma*)、祕魯鯷 (*Engraulis ringens*)、正鱈 (*Katsuwonus pelamis*)、沙丁魚屬 (*Sardina* spp.)、真鯷屬 (*Trachurus* spp.)、大西洋鯷 (*Clupea harengus*)、白腹鯷 (*Scomber japonicus*)、

黃鰭鮪 (*Thunnus albacares*)、大西洋鱈 (*Gadus morhua*)、日本鯷 (*Engraulis japonicus*)、圓鰾屬 (*Decapterus* spp.)、沙丁魚 (*Sardina pilchardus*)，為第 13 大漁撈物種。當年度臺灣沿近海白帶魚漁獲量為 4,594 mt，產值達 4.9 億元 (2018 年漁獲量為 16,058 mt，產值達 15.9 億元)，該魚種亦為臺灣沿近海域重要經濟性物種之一。參考 2018 年漁業年報統計資料指出，其漁獲漁法主要為近海一支釣、中小型拖網、雜魚延繩釣，另外，定置漁具、刺網、燈火漁業亦有部分漁獲比例。雖然近年來帶魚屬魚類年漁獲量以北部地區一支釣所佔比例最高，但觀察另一種重要漁法-拖網，西南海域以中小型拖網為主要漁法的高雄及屏東漁獲量就佔了中小型拖網帶魚屬魚類年產量 2,410 mt 的 38.8%，亦為需要重視的地區及漁法。觀察漁業年報臺灣

*通訊作者 / 高雄市前鎮區漁港北三路 6 號, TEL: (07) 821-8103 轉 231; FAX: (07) 821-8205; E-mail: jzhuang@mail.tfrin.gov.tw

超過 20 年之帶魚漁獲量變動可知，整體漁獲量不如 90 年代，且由過去沿近海漁業中捕獲最多帶魚的中小型拖網漁業可看出目前呈現一個低迷的狀況，雖然 2018 年漁獲量有顯著提升，但仍需持續關注後續狀況。

目前已知全世界帶魚屬魚類可分出 9 個種。曾 (2010) 以形態測量法將臺灣周邊海域的帶魚屬魚類，區分為日本帶魚 (*T. japonicus*)、白帶魚 (*T. lepturus*) 及南海帶魚 (*T. nanhaiensis*) 3 個種，其中較常見的種類為日本帶魚，邵 (2015) 亦以尾柄長/肛前長比例及背鰭、眼部顏色將 3 魚種進行簡易的分類，而在漁業統計年報中均將其總歸為帶魚屬 1 類。臺灣過去有關帶魚的研究主要著重在生殖生物學、年齡成長 (陳, 1978; 簡, 1979; 石, 2003)，以及帶魚在不同漁法作業下的漁場的漁場分布狀態 (陳, 2002; 江, 2012)，但對於整個資源狀態的解析仍有不少需要進行的部分。目前帶魚資源所面臨的狀況，最直觀的便是與過去資源量相較明顯下滑，因此資源如何進行管理便是接下來要討論的重要課題，然而資源管理前所需具備的相關資訊，例如目前已知幾種帶魚屬魚類在不同漁區的魚種分布狀況、漁場的季節別分布、漁獲熱區、捕獲漁法差異，甚至漁獲資源量的調查精確度以及有關生物學的研究是否針對不同魚種的差異性都有需要加以探討，本研究嘗試以西南海域底拖網漁法為主軸搭配其他數種以帶魚屬魚類為目標的漁法實地採樣進行鑑種，第一步先釐清魚種別及漁法別的差異，後續再進行漁場、生物學及資源量的探討，希望了解資源變化趨勢外，亦解析魚種在不同漁獲情境下的差異，作為後續規畫進行全面性帶魚資源管理時掌握資源量的重要調校參考依據。

材料與方法

一、漁獲採樣與報表

本研究於高雄彌陀、梓官、屏東東港、小琉球、枋寮及海口等區域建立標本戶，並按月赴該地區進行帶魚屬魚類之標本採樣，其中，梓官、東港標本船主要作業漁法為單船底拖網，彌陀為雙拖網，小琉球為一支釣，枋寮為刺網及一支釣，海口為定

置網。此外，在具有公開拍賣機制的梓官魚市場每月執行帶魚樣本的體長、體重量測至少 75 尾，長期記錄帶魚月別體長變動。

在漁獲資料的記錄上，包含自 1997 年起陸續於高雄梓官及屏東東港地區所建立之底拖網標本船，分別為 10 艘及 16 艘按月填報之漁獲報表，以及不定期租用漁船及本所試驗船實際出海採集之樣本。

二、帶魚種類鑑別

根據曾 (2010) 由外部形態分析及粒線體 DNA 分析的結果認為，西北太平洋區域的白帶魚複合種 (*T. lepturus complex*)，應區分為三個物種：白帶魚、日本帶魚及南海帶魚。並可利用幾何形態分析，抽取出形狀的參數 (H) 區分出此 3 物種，由於標本船的漁獲報表中不易針對各個種進行分類，因此定期採樣後攜回實驗室量測體長、體重、體高、肛前背鰭基底長及生殖腺重等基礎生物學資料，參考臺灣魚類資料庫 (2019) 及邵 (2015) 之形態特徵描述，初步將背鰭及胸鰭呈現淺黃色者判定為南海帶魚，第二階段進行身體各部位形質量測之後，參考曾 (2010) 以外觀樣態之比例對樣本進行魚種鑑定，其全長 / 體高 (total length / body depth) 與全長 / 第一背鰭基底至肛前長 (total length / pre-anal dorsal fin base length) 之比例，全長 / 第一背鰭基底至肛前長 < 3.5，且全長 / 體高 > 15 者判定為白帶魚，全長 / 第一背鰭基底至肛前長 > 3.6 者判定為日本帶魚，而全長 / 第一背鰭基底至肛前長介於 3.5 及 3.6 之間者，且初步判斷非南海帶魚者，暫時列為無法判斷之帶魚屬魚種。

三、作業航跡與漁獲資料彙整

藉由裝設於底拖網標本船之航跡記錄裝備將船位資料自動回傳伺服器後，形成漁船航跡資料庫，回傳資料每筆包含日期、時間、經度、緯度、船速 (以每 1 節為單位) 及方向角 (以每 1 度為單位) 等訊息，將大量的漁獲報表電子化以結合航跡資料一併整合為漁獲資訊系統。大量蒐集標本船每日船位軌跡資料後，以航速及航向資料建立系

統自動分辨起網及下網區段技術（西南海域底拖網標本船下網作業時固定船速約在 2 - 4 節/小時，且航向維持穩定），搭配漁獲報表內的魚種及重量 (kg) 資料推算出該網次航線所對應之漁獲量，並記錄於資料庫內。資料庫記錄內容包含漁船編號、網次編號、魚種編號、作業時間、魚種重量等。

於資料庫數據中挑選帶魚漁獲資料進行解析，劃定分析區域範圍，及範圍內的每一基礎地理單位，可精細至以每海涅方格為單位，按照不同的時間範圍，計算出每一方格上的努力量 (effort)，捕獲總重量 (kg)，供作為資源量 (CPUE) 分佈狀況之解析。本研究以經緯度 1 分方格為基準，並以 1 - 3 月、4 - 6 月、7 - 9 月、10 - 12 月劃分為 4 個季節別，估算各季節別西南漁場每分方格中帶魚漁獲之 CPUE。

四、生殖學研究

每月自漁港採樣當月樣本船漁獲的帶魚樣本，樣本攜回實驗室後，進行物種鑑定、解剖、測量體長 (FL)、體重 (BW)、生殖腺重 (GW)、內臟重 (VW)，瞭解各種帶魚屬魚類於西南海域月別漁獲量之分布狀況及體長頻度分布，並計算各地區月別之生殖腺指數 (gonosomatic index, GSI)，計算公式如下：

$$GSI = \frac{GW}{(BW - VW)}$$

參考 Wu *et al.* (2012) 將雌魚生殖腺發育情形分為 4 個階段記錄，分別為未成熟期 (immature stage)、成熟早期 (early maturing stage)、成熟晚期 (late maturing stage) 及完熟期 (mature stage)，作為瞭解其在漁場的產卵行為之重要依據。雌魚生殖腺發育各階段外觀描述如下。未成熟期：卵巢呈細小黑色絲狀，解剖過程中不易採取。成熟早期：卵巢開始逐漸發育增大，並轉變為淡黃色，外表開始出現較不明顯的微血管。成熟晚期：卵巢持續發育增大，由淡黃色逐漸轉變為橘黃色，並開始出現卵粒之形狀，卵巢外表微血管明顯。完熟期：卵巢外表飽滿，大小幾乎可充滿整個腹腔，顏色轉為橘紅色，微血管較成熟晚期更加明顯，卵粒大至肉眼清晰可見且呈半透明狀。

將雌魚的肛前長以 50 mm 為組距，透過每一

個體生殖腺成熟與不成熟的狀況來計算組距內生殖腺達性成熟的比例，再利用 logistic curve (King, 1955) 估算性成熟率達 50% 的體長大小，性成熟百分比公式的計算如下：

$$Pr = \frac{1}{(1 + e^{a+b PL})}$$

Pr：成熟百分比

PL：肛前長 (preanal length)

a, b：常數

五、食性

由於肉食性魚類有胃內的空腹比例較高的狀況 (Juanes and Conover, 1994), Bakhom (2007) 及 Gomathyand Vivekanandan (2017) 以白帶魚為目標進行食性調查皆指出，所採集的樣本有 40 - 50% 的空胃情形，且底拖網所捕獲的樣本魚起網後常會出現反胃的情形 (Wojciechowski, 1972)，故本研究於採樣後盡可能對胃內容物進行仔細蒐集，若出現消化中呈現乳糜狀之餌料生物，亦詳細尋找是否仍具生物特徵加以記錄。採樣時間由 2015 年起至 2018 年，每月採樣後以各地區別不同帶魚屬魚種之胃內容物進行分析，胃內容物參考 Carpenter and Niem (1999)、Nakabo (2002)、游及陳 (1986) 及沈 (1993) 進行魚種鑑定，除了蝦類及頭足類以外，可辨識之魚類以目視法至少鑑定至科 (family)。

六、年齡判讀

鱗片、耳石與脊椎骨是常被用來判定魚類年齡的形質，但由於帶魚沒有鱗片，而且脊椎骨的輪紋不易判讀，相較於耳石，處理也較不易，因此鱗片與脊椎骨並不適合用於判讀帶魚年齡 (Kosaka *et al.*, 1967)，故本研究以耳石來作為年齡推估的形質。

取下帶魚樣本顱骨內左右耳石清潔風乾後，量測其長度精確至 0.01 mm，以及重量精確至 0.001 g。由於帶魚左右兩邊耳石在年齡查定上均沒有太大的差異 (Kwok and Ni, 2000)，本研究統一選定右耳石進行帶魚年齡查定，將清潔後的耳石整齊排列於包埋板，並注入環氧樹脂包埋後靜

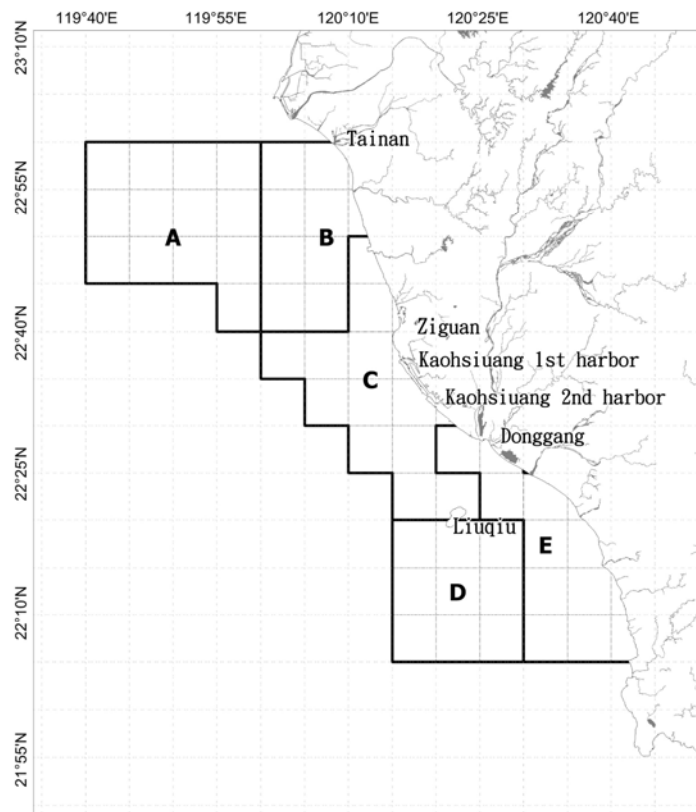


Fig. 1 The sampling locations were classified into 5 areas according to the nature of bottom trawler operations.

至於通風處凝固。待樹脂凝固後取出並畫定耳石橫切中線，利用慢速切割機於中線兩邊取適當距離切割。後續利用研磨機將橫切後的耳石樣本以 1000 號的水砂紙研磨至接近核心處，再以 2000 號的水砂紙細磨至核心，最後使用絨毛布拋光來除去耳石表面並以放大 40 倍的顯微鏡觀察耳石切片，記錄其輪紋數，用以推算年齡-肛前長關係 (age-length key)，做為評估不同種、不同體型帶魚屬魚類年齡之參考。

七、泛線性模式 (general linear mixed model, GLMM) CPUE 標準化分析

本研究使用 GLMM 建構臺灣西南海域帶魚資源變動模式，解釋變數包含年別 (1997 - 2017 年)、季節別 (1 - 3 月、4 - 6 月、7 - 9 月、10 - 12 月)、漁船馬力數分為 5 個階段 (<200 HP、200 - 400 HP、400 - 600 HP、600 - 800 HP、>800 HP) 及 5 個作業漁區 (A-E)。漁區劃定規則為：將底拖網標本船航跡記錄器長期記錄之西南漁場作業軌跡堆疊後，以經緯度 5 分方格為單位組合涵蓋所有作

業位置，將其定義為傳統漁場，再根據漁船習慣性作業線段 (下網及起網位置之連線)，以北、中、南，近岸及遠岸之差異，將西南海域傳統漁場分為 A、B、C、D、E 等 5 個漁區 (Fig. 1)，每個漁區皆盡可能涵蓋漁船在該區內完整的作業線段，避免同一網次作業被切割於不同區的情形。以泛線性模式進行標準化分析，再利用 AIC 以 stepwise 法挑選最適模式，藉以探討西南海域帶魚屬魚類之資源變動。

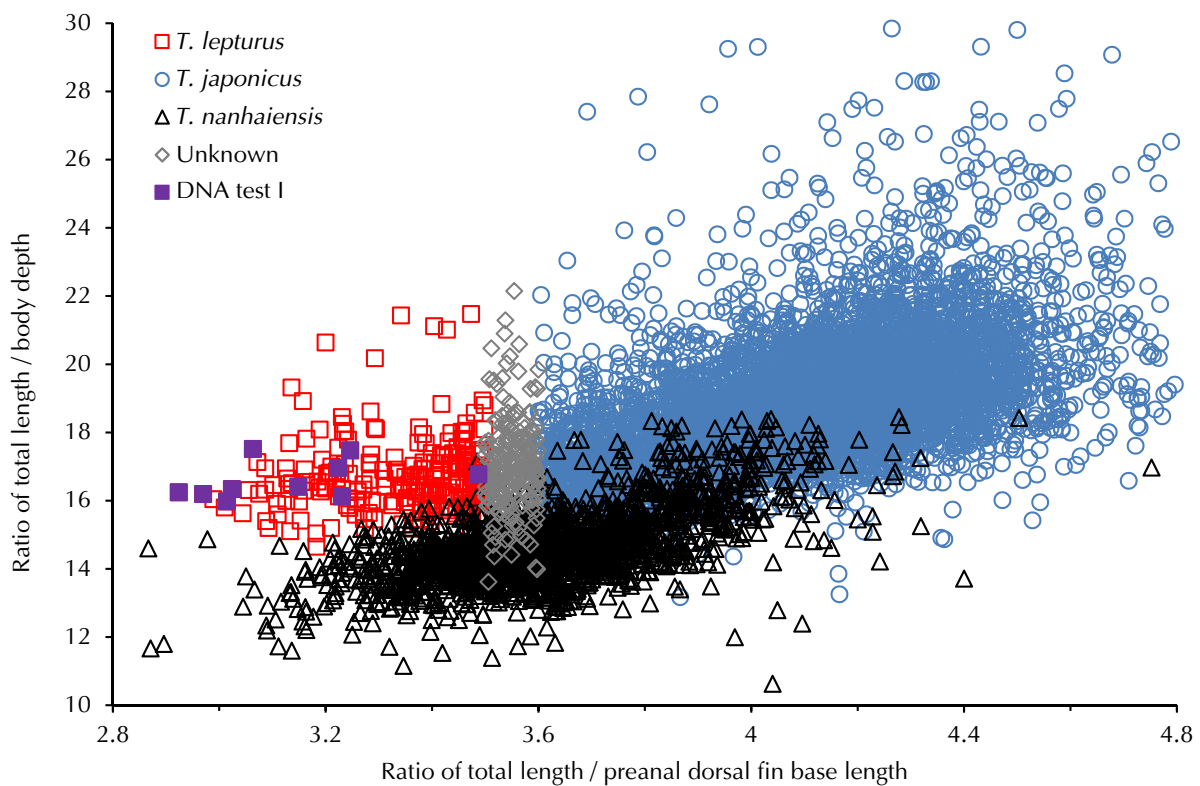
結 果

一、西南海域帶魚屬魚種分布狀況

帶魚屬魚類樣本以外觀樣態之比例鑑定結果如 Fig. 2。總判定尾數為 8,376 尾，其中日本帶魚為 6,091 尾，佔總比例的 72.7%，南海帶魚為 1,788 尾 (21.4%)，白帶魚為 276 尾 (3.3%)，形態比例屬於尚無法鑑定位置者為 221 尾 (2.6%)，此外，帶魚樣本因採樣或漁獲過程中常發生尾部受傷或斷

Table 1 Sampling number and proportion of *Trichiurus* spp. in 6 fishing ports

Fishery Port	Fishing Method	<i>T. japonicus</i>	<i>T. nanhaiensis</i>	<i>T. lepturus</i>
Mituo	Otter trawl, bull-trawl	286	510	12
Ziguan	Otter trawl	1,634	110	26
Donggang	Otter trawl	3,922	733	176
Liuqiu	Pole and line	159	15	48
Fangliao	Gill net, pole and line	53	214	4
Haikou	Set-net	37	206	10
Total		6,091 (74.69%)	1,788 (21.92%)	276 (3.39%)

**Fig. 2** A scatter plot of the ratio of total length / body depth and the ratio of total length / preanal dorsal fin base length for three *Trichiurus* spp.

裂情形，造成無法以身體形態比例鑑定者為 219 尾。另外，由於白帶魚的比例為最低，故將形態鑑定法結果為白帶魚的樣本中隨機挑選 11 個樣本進行 DNA 定序，結果亦顯示為白帶魚無誤，樣本 DNA 定序結果上傳 GenBank 供相關研究者利用，序號 MN879340-50。扣除無法鑑定種類之樣本後，各地區三種帶魚的採樣尾數如 Table 1，可看出各地區不同魚種間的差異，梓官、東港及小琉球以日

本帶魚為主，而彌陀、枋寮及海口則以南海帶魚捕獲比例較高。其中，雖然白帶魚在西南海域的比例不高，但於小琉球所採得的樣本仍有 19% 的比例，為所有地區最高。由各地區三種魚種月別採樣尾數 (Fig. 3) 來看，可以發現白帶魚出現在小琉球周邊海域的主要月別為 6 - 7 月。在南海帶魚則是下半年捕獲的數量較上半年多 (Fig. 3)。

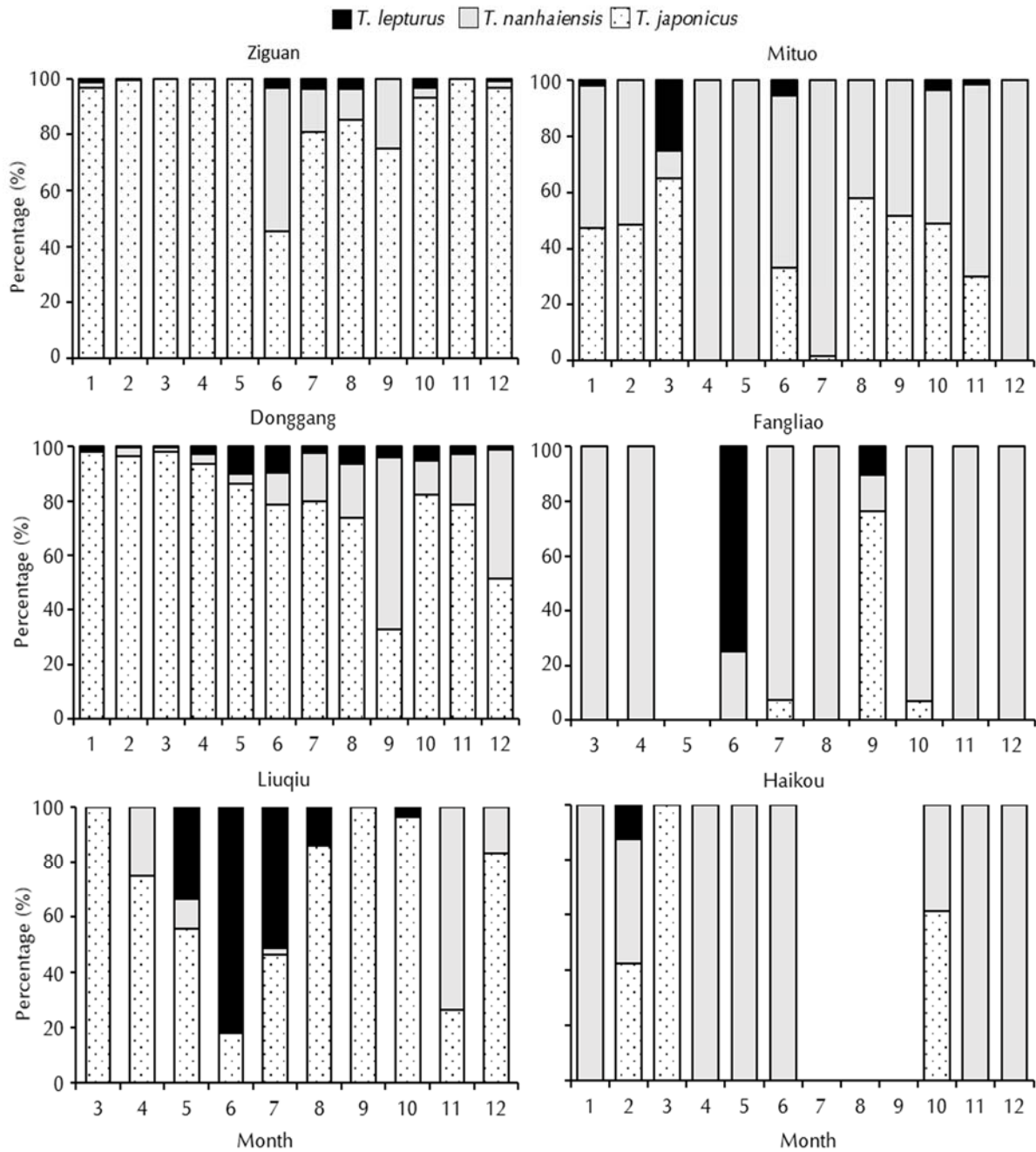


Fig. 3 The numbers of samples of *Trichiurus* spp. caught in each month, with sampling from fishing ports in the southwestern Taiwan waters.

二、體長頻度分布

經檢視過的樣本顯示三個魚種雌雄別的肛前長皆呈現鐘形趨勢 (Fig. 4)，日本帶魚之肛前長無論雌雄，主要分布在 200 – 250 mm 之間。南海帶魚的樣本數雄魚明顯高於雌魚，雄魚肛前長主要分布於 150 – 300 mm，雌魚體型則略大於雄魚，以

250 – 350 mm 間的數量最多。白帶魚的部分，體型則明顯大於其他兩魚種，雄魚肛前長主要分布於 300 – 450 mm，雌魚體型則以 300 – 500 mm 最多，而三種魚種所採得的樣本在雌雄別體型中，僅雌性白帶魚出現 700 mm 以上肛前長的狀況，此外，日本帶魚則無肛前長超過 500 mm 之個體，屬於三種魚種中採樣體型最小者。

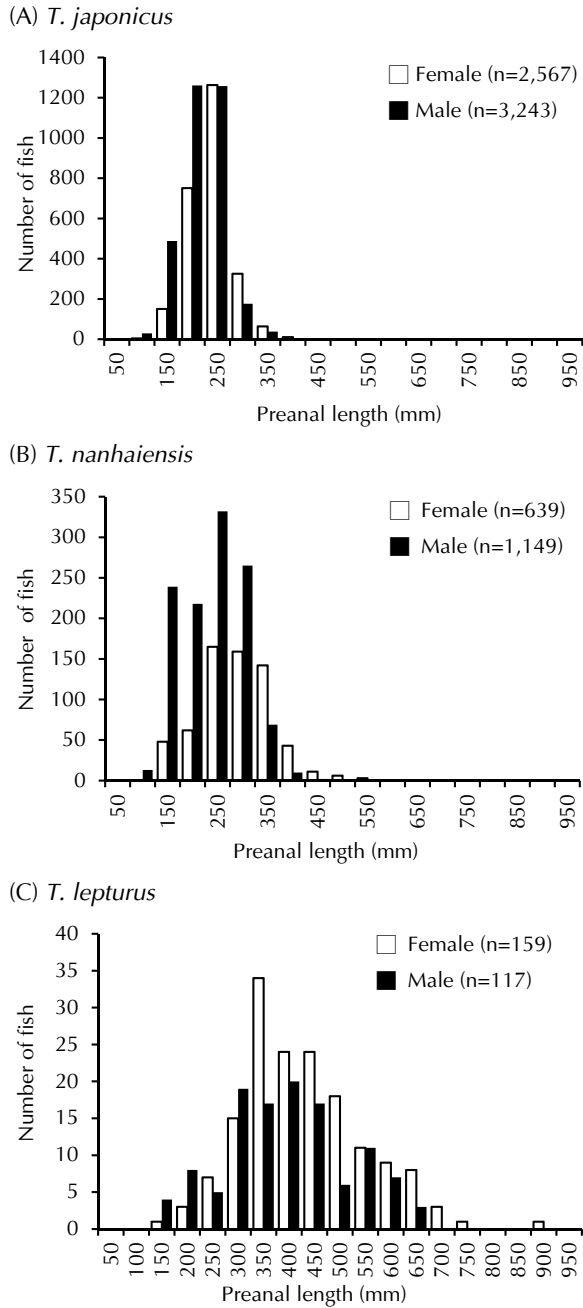


Fig. 4 Snout-anus length distribution of male and female *Trichiurus* spp.

三、季節別漁場位置

每日每艘標本船回傳航跡資料筆數約 800 - 1,000 筆，經結合標本船報表平均每年所收集約 4 萬 5 千筆之漁獲資料可彙算西南海域漁種作業位置與資源狀態。擷取 2017 年完整的航跡與漁獲資料，各季節別帶魚屬魚類 CPUE 分布狀況分別如 Fig. 5 所示，該年度 7 - 9 及 10 - 12 月之帶魚來

游資源較其他二季更為豐富，並有隨時序往南擴散的情形，第 4 季為盛漁期，高 CPUE 之範圍明顯，分為北、中、南三個區域，主要集中於主要分布於茄萣外海 50 - 100 m 處、高雄一港口至東港外及小琉球南方水深 100 - 200 m 處，4 - 6 月之資源狀況則為全年最低

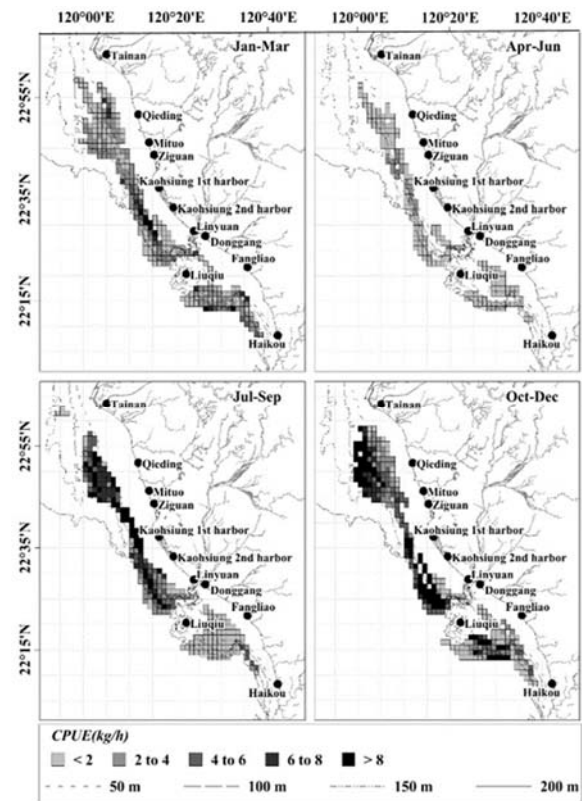


Fig. 5 Seasonal CPUE distribution of *Trichiurus* spp. off the southwestern Taiwan waters in 2017.

四、成熟期與性成熟體長

日本帶魚雌魚 GSI 指數變化 (Fig. 6A) 顯示其產卵期約在 2 - 5 月，另外，在 9 - 10 月會出現另一波小高峰，而由南海帶魚雌魚 GSI 指數變化 (Fig. 6B) 顯示其產卵期約在 3 - 8 月，白帶魚的產卵期則在 12 月 (Fig. 6C)。取日本帶魚及南海帶魚在主要生殖期中雌魚之肛前長階級與生殖腺發育成熟比例繪製 50% 性成熟曲線，結果顯示日本帶魚雌魚 50% 性成熟肛前長 (L50) 為 248.6 mm (Fig. 7A)，成熟百分比與肛前長關係為： $Pr(j) = 1 / (1 + e^{5.42 - 0.0218 PL})$ ，常數 $a = 5.42$ 、 $b = -0.0218$ ，所採集樣本經目視生殖腺達成熟期之最小性成熟個體肛前長為 132.5 mm。南海帶魚雌魚 50% 性成

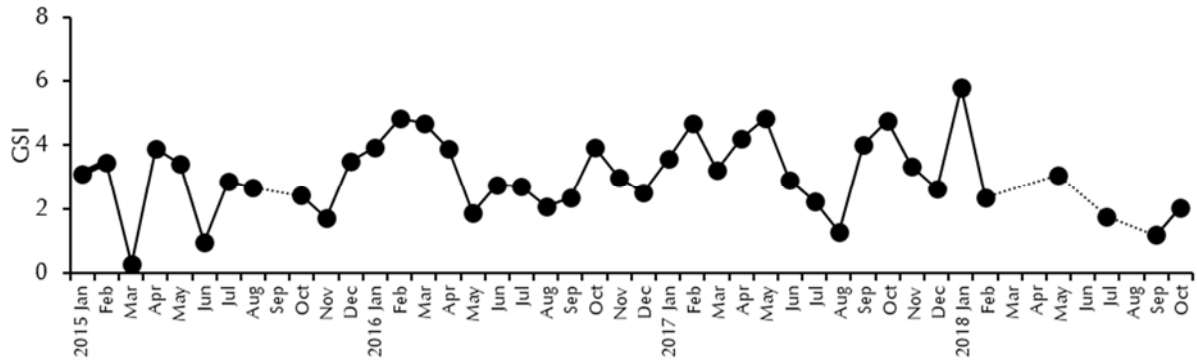
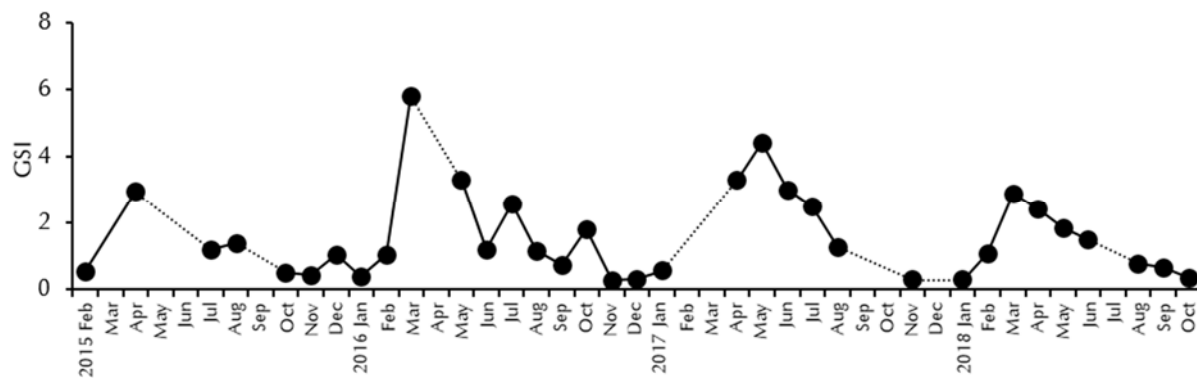
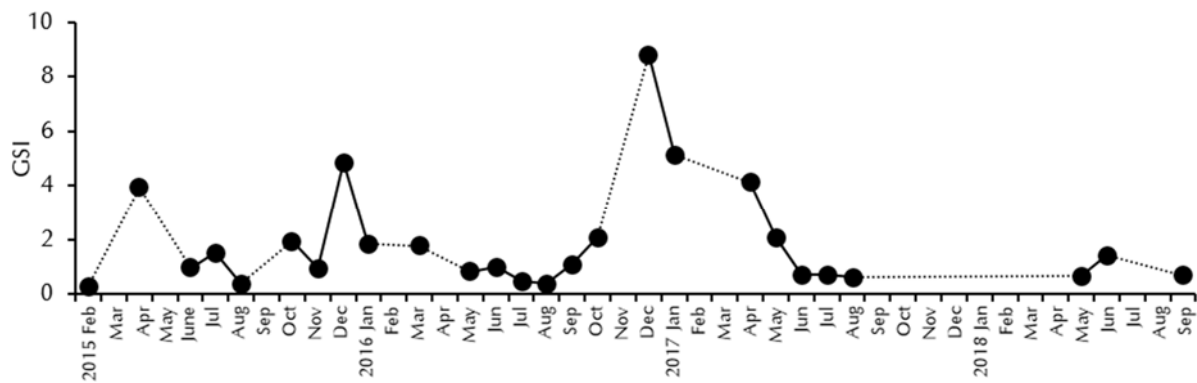
(A) *T. japonicus*(B) *T. nanhaiensis*(C) *T. lepturus*

Fig. 6 Monthly-GSI index of three different female *Trichiurus* spp. in the southwestern Taiwan waters.

熟肛前長 (L50) 為 290.1 mm (Fig. 7B), 成熟百分比與肛前長關係為: $Pr(n) = 1 / (1 + e^{8.96 - 0.0309 PL})$, $a = 8.96$ 、 $b = -0.0309$, 所採集樣本經目視生殖腺達成熟期之最小性成熟個體肛前長為 128.4 mm。

五、耳石讀輪

橫切後的耳石切片於顯微鏡下輪紋呈現之樣態如 Fig. 8 所示, 本研究共計判讀 126 尾日本帶魚

及 142 尾南海帶魚及 48 尾白帶魚耳石年輪, 其中日本帶魚雌魚 70 尾, 肛前長介於 129 - 674 mm 之間, 讀輪數為 0 - 7 輪, 雄魚 56 尾, 肛前長介於 92 - 558 mm 之間, 讀輪數為 0 - 5 輪; 南海帶魚雌魚 80 尾, 肛前長介於 175 - 519 mm 之間, 讀輪數為 0 - 6 輪, 雄魚 62 尾, 肛前長介於 121 - 460 mm 之間, 讀輪數為 0 - 6 輪; 白帶魚雌魚 30 尾, 肛前長介於 294 - 855 mm 之間, 讀輪數為 2 -

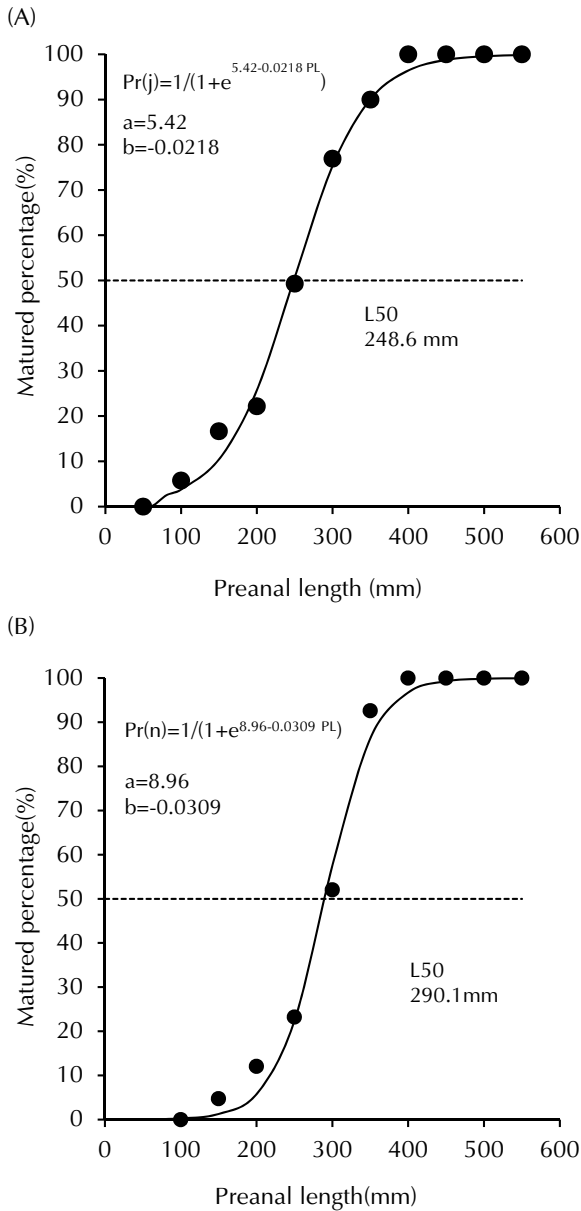


Fig. 7 Relationship between matured percentage and snout-anus length for female *Trichiurus japonicas* (A) and *T. nanhaiensis* (B).

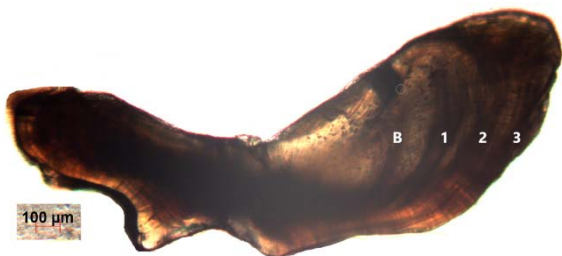


Fig. 8 Photomicrograph of sectioned *Trichiurus japonicus* otolith in transmitted light. Numbers show position of opaque bands (B: birth mark).

8 輪，雄魚 18 尾，肛前長介於 254 – 624 mm 之間，讀輪數為 0 – 6 輪。3 魚種雌雄合併之年齡-肛前長換算關係如 Table 2 所示，雌雄別年齡-肛前長關係如 Fig. 9 所示，三種帶魚之肛前長皆有隨耳石讀輪數增加之趨勢。然而由於年齡-肛前長關係趨勢目前並未隨著肛前長增加達到收斂程度，仍須持續蒐集較大體長樣本進行判讀補足大樣本數量，故尚無法推算成長方程式及對應參數。

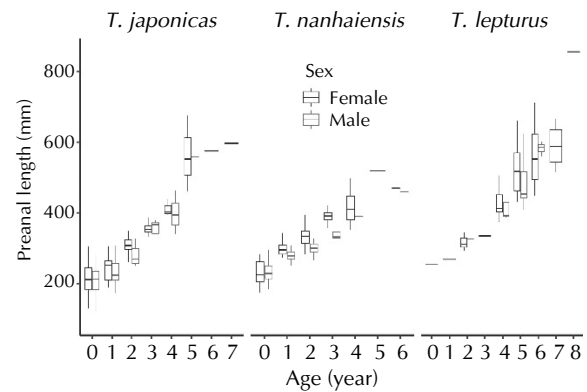


Fig. 9 Relationship between age and preanal length for *Trichiurus* spp.

六、食性

將 2015 年 1 月至 2018 年 9 月各漁港所採得的日本帶魚及南海帶魚胃內容物取尾數比例在 5% 以上的種類進行分析，日本帶魚胃內容物比例如 Fig. 10 所示，其中以尾數比例在 20% 以上的餌料生物種類來看，梓官為蝦類 (shrimp) 及海鰱鰵科 (Bregmacerotidae)。東港超過 60% 為七星魚 (Myctophidae)。小琉球因為釣具漁法所漁獲，故胃內以秋刀魚 (*Cololabis saira*) (釣餌) 為主，不考量釣餌因素，最大宗為棘尾珍刺蝦 (*Janicella spinicauda*) 及頭足類 (Loliginidae)。枋寮之情形與小琉球類似，主要樣本為釣具漁獲，扣除釣餌因素，主要餌料生物為蝦類。彌陀主要為尖尾海鰱鰵 (*Bregmaceros lanceolatus*) 及蝦類。

在南海帶魚胃內容物的部分 (Fig. 11)，梓官地區主要為赤尾星蝦 (*Acetes intermedius*)，東港則為七星魚、赤尾星蝦、鯷科 (Engraulidae)、鯷科 (Clupeidae) 為主，彌陀則為鯷科、鯷科 (含印度小公魚 *Stolephorus indicus*) 及鰻科 (Leiognathidae) 佔多數。

Table 2 Age-length key (in 50 mm preanal length categories) obtained by direct reading of the otoliths (mixed male and female) of *T. japonicus*, *T. nanhaiensis* and *T. lepturus*(A) *T. japonicus*

PL (mm)	Age (years)									Total
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
90-140	3									3
140-190	8	3								11
190-240	13	20								33
240-290	7	15	7	1						30
290-340	2	6	12	2						22
340-390			2	11	2					15
390-440				1	4					5
440-490					1	1				2
540-590						2	1			3
590-640								1		1
640-690						1				1
Mean	209.3	239	297.6	355.9	403.8	561.3	575.0	597.0		
SD	49.2	36.4	31.1	31.2	40.3	87.3				
n	33	44	21	15	7	4	1	1		126

(B) *T. nanhaiensis*

PL (mm)	Age (years)									Total
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
120-170	1									1
170-220	7									7
220-270	9	8	2							19
270-320	3	28	26							57
320-370		4	20	7	1					32
370-420		1	4	12	2					19
420-470				1	1		1			3
470-520				1	1	1	1			4
Mean	228.3	289.0	319.0	381.6	412.0	519.0	465.0			2613.9
SD	42.4	28.1	28.6	33.6	54.8		7.1			194.6
n	20	41	52	21	5	1	2			142

(C) *T. lepturus*

PL (mm)	Age (years)									Total
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
250-300	1	2	1							4
300-350			3	1						4
350-400					5					5
400-450					3	5	1			9
450-500					1	3				4
500-550					2	5	1	1		9
550-600						1	3	1		5
600-650						2	1	1		4
650-700						1		1		2
700-750							1			1
850-900									1	1
Mean	254.8	269.2	319.4	335.0	428.3	509.2	572.7	589.3	855.0	
SD		2.9	21.7		52.6	76.6	81.8	68.3		
n	1	2	4	1	11	17	7	4	1	48

n: number of specimens; SD: standard deviation; PL: preanal length

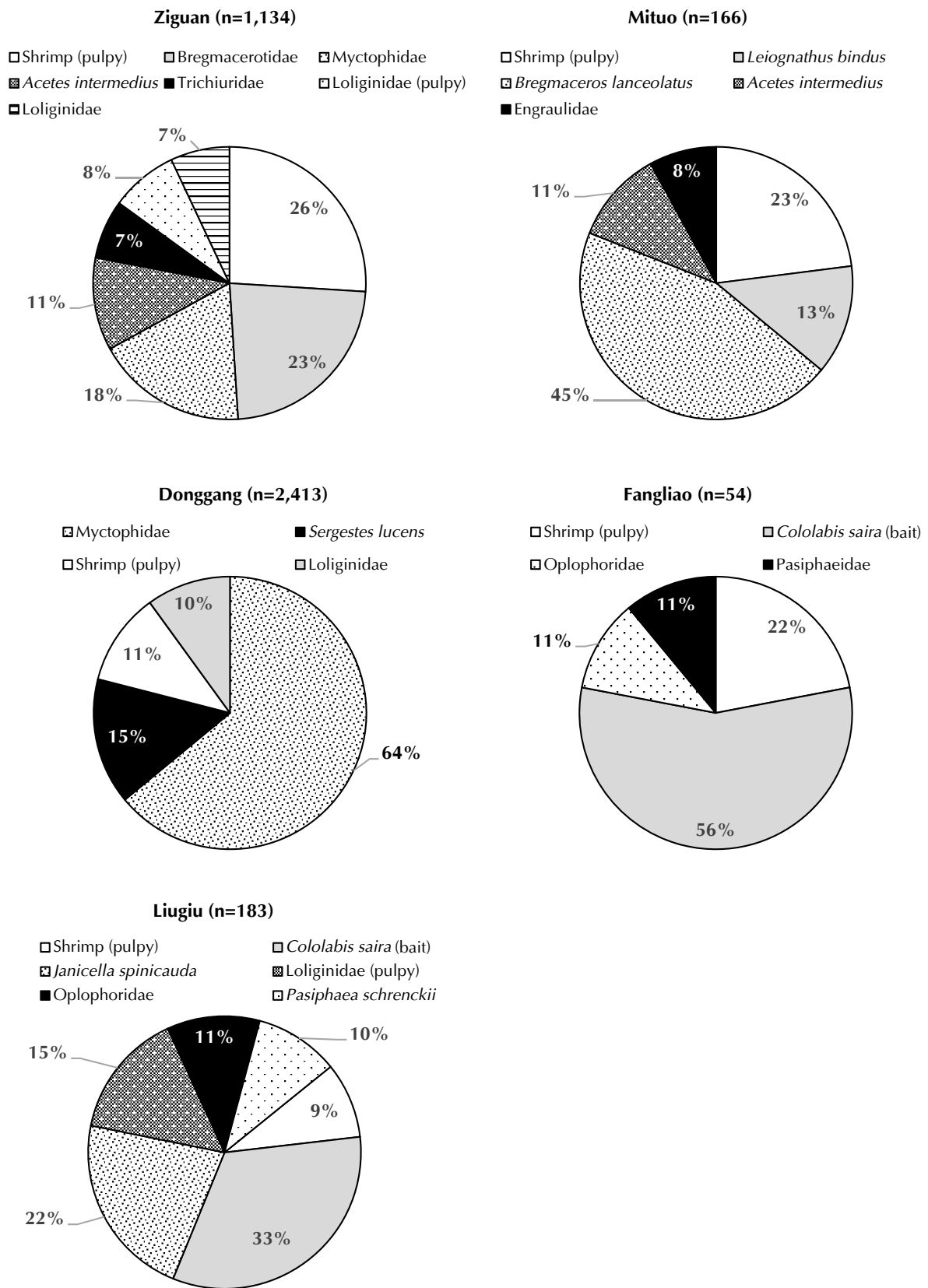


Fig. 10 Stomach content analysis of *Trichiurus japonicus* off different fishing ports in the southwestern Taiwan waters.

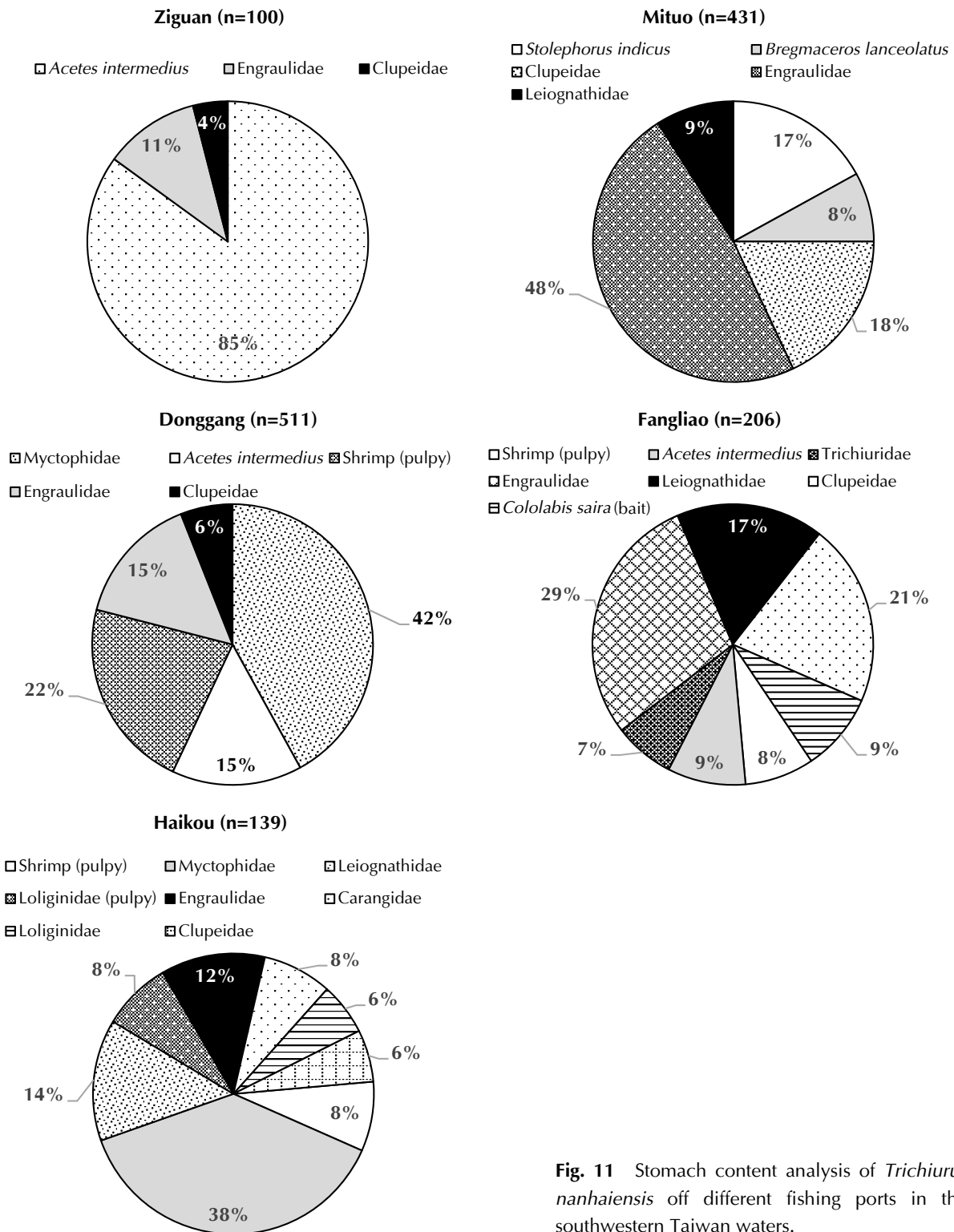


Fig. 11 Stomach content analysis of *Trichiurus nanhaiensis* off different fishing ports in the southwestern Taiwan waters.

七、CPUE 標準化分析

將 1997 - 2017 年之各季節別 CPUE 變動平滑化 (Fig. 12)，其變化於 2005 - 2010 年間呈現上升後便開始出現逐年下降趨勢，至 2017 年 CPUE 已

為近年來較低點的水準。CPUE 經標準化後 (Fig. 13) 觀察年間資源變化亦可看出近年來資源呈現下降情形，在季節別變化上，則以第二季的資源量最低，將各區域分開檢視可發現資源在地理位置分布上，以較南邊，水深較深的 D 區資源量最低。

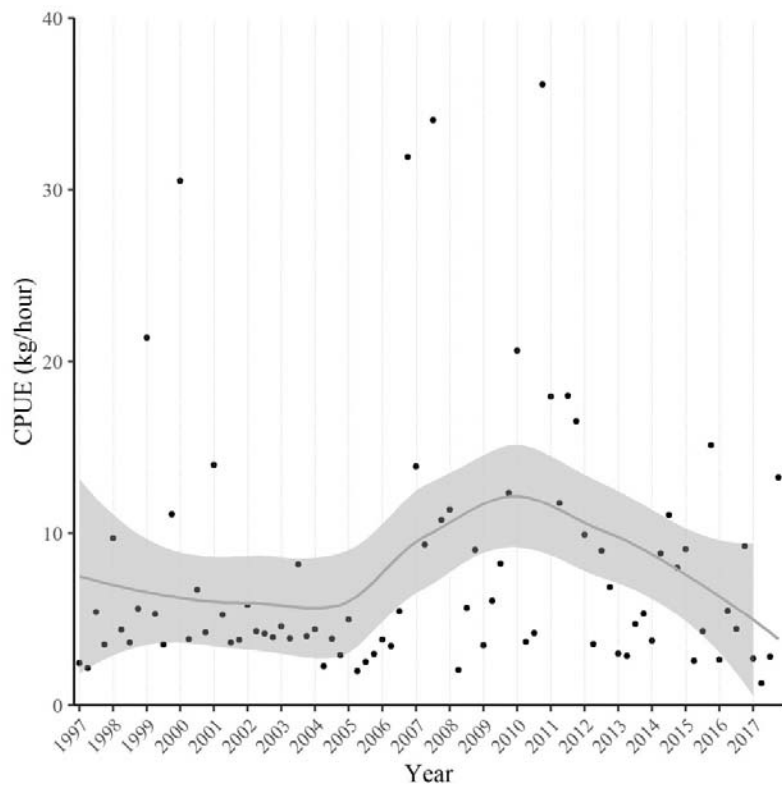


Fig. 12 Smoothed seasonal *Trichiurus* spp. CPUE with 95% confidence interval (grey area) of trawl fisheries in the southwestern Taiwan waters for 1997-2017.

此外，雖然本研究所建立的標本船噸位是以 CT3 級別為主，但同級別漁船仍會在主機馬力上有所差異，而對於帶魚的漁獲能力亦會與漁船馬力數呈現正向關係。

討 論

當前我們對於臺灣沿近海域帶魚資源的變化情形所掌握的資訊仍然是有限的，包含帶魚屬魚類不同種類的分布狀況，不同區域、不同作業漁法間的差異，甚至是生物學特性以及長期資源變動情形。在資訊較為不齊全的情況下，便會增加擬定資源利用或保育策略的困難度，本研究結果嘗試從以上各個面向探討，期能作為未來資源相關利用策略之用。

有關資源利用與保育資訊的蒐集，選擇適合的整合工具可提升資訊的呈現度與解析精確度，如 Abdul *et al.* (2016) 結合地理資訊系統與拖網採樣探討白帶魚的時空分布研究中，成功解析不同生命階段（幼魚、成魚、亞成魚）的白帶魚在印度 Saurashtra 沿岸之季節性與地理性的分布差異，以作為漁業管理策略擬定的重要參考依據。本研究

同樣利用拖網標本船航跡資料作為地理資訊來源，更廣泛的運用更多漁船船長所填寫的漁獲報表以小尺度推算臺灣西南海域帶魚屬魚類作業漁場、季節性變化資源分布重心，建立一套解析流程，作為後續對於帶魚屬魚類資源掌握之工具，而航跡資料配合定期採樣與生物學研究建立長期之資料庫可用於解析不同種帶魚分布與產卵狀況，探討產卵場分布位置，同樣可作為後續以科學方法進行保育策略擬定之重要背景資料。

由各漁港所採得的帶魚屬樣本以形態法鑑定可知雖然西南海域主要以日本帶魚為大宗（70% 以上），但在較靠近岸作業的漁法如刺網或定置網仍可捕獲較高比例的南海帶魚，而各地區亦都有出現少數白帶魚之記錄，可見西南海域常見的魚種可歸納為此 3 種。也由此可以推測南海帶魚之分布範圍較日本帶魚為淺或近岸。而兩魚種的棲地差異亦可由胃內餌料生物組成窺知一二，南海帶魚之餌料生物中，鰻科、鯷科、鮭科等棲息深度較淺之魚類所佔比例相較日本帶魚胃內來得高。此外也可由胃內餌料生物看出魚種被漁法捕獲之差異，枋寮地區主要有刺網及釣具兩種漁法可捕獲帶魚屬魚類，由該地區日本帶魚餌料生物中秋

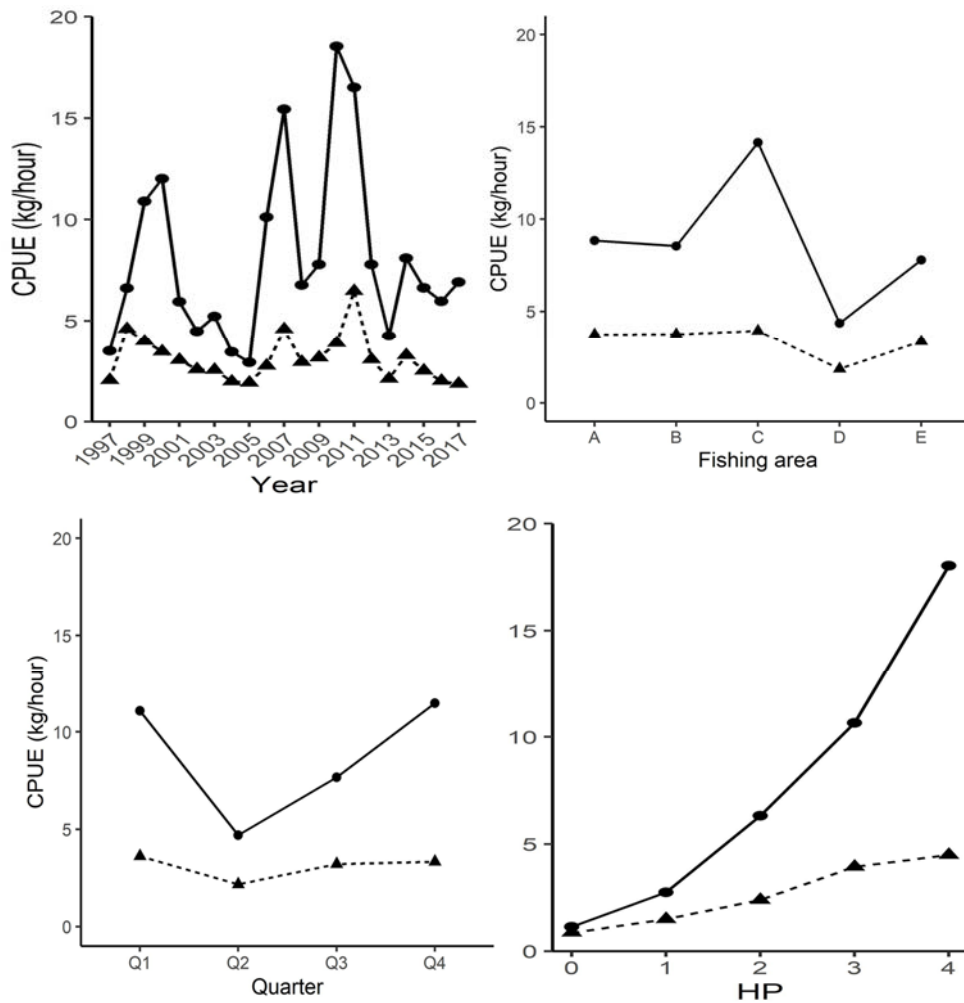


Fig. 13 The estimated nominal (●) and standardized (▲) CPUE of *Trichiurus* spp. caught by trawl fisheries for 1997-2017.

刀魚科 (釣餌) 所占比例最高可知日本帶魚多為釣具所漁獲，而南海帶魚餌料生物以鯷科、鮭科、鰻科為主，可知主要捕獲漁法為近岸作業之刺網漁業，經實地探訪該漁港兩種漁法的作業位置差異，刺網漁法主要在近岸 3 海浬內作業，釣具則在 3 海浬外作業。本研究所採樣之各地區帶魚屬魚類胃內餌料生物皆呈現較為多樣之情形，且各種餌料生物可能棲息之深度並不一致，顯示帶魚屬魚類攝食範圍很廣，有垂直移動並攝食的情況，或者其餌料生物有垂直移動的行為，此結果與 Niino *et al.* (2017) 利用日本帶魚胃內餌料生物相對重要性指數 (index of relative importance, IRI) 及胃內容物指數 (stomach contents index, SCI) 分析結果有一致的狀況，未來可更進一步的探討不同採樣深度、不同時間點的樣本胃內餌料生物間是否具差異性，據以解析其喜好棲息之深度或喜

好攝食之餌料生物，則更能詳細掌握不同種帶魚屬魚類在時間與地理分布上的差異性，並進一步藉由餌料生物量的變化因子探討帶魚屬資源變動情形。

分析雌性日本帶魚及南海帶魚之 L50，分別為 248.6 mm 及 290.1 mm，對應耳石輪紋判讀結果可知約不到 2 齡之前可達 50% 性成熟，對照石 (2003) 對臺灣南部海域日本帶魚的生物學研究結果顯示，雌性日本帶魚的 L50 為 254 mm，相對於該研究所對應之年齡分析結果，雌性日本帶魚於 1 齡左右即可成熟。而由本研究目視生殖腺達成熟期之最小個體更是未滿 1 齡，相較於西南海域其他大部分經濟性魚種，在物種繁衍上多了一項優勢。

根據 Wang *et al.* (2017) 針對臺灣周邊海域帶魚屬魚類底拖網樣本採樣進行 DNA 鑑定結果顯示，東港及梓官兩地區主要以日本帶魚最多，佔

80 - 94%，其次為白帶魚，佔 5 - 20%，南海帶魚則僅 1%。顯示拖網採樣部分由 DNA 鑑定結果亦以日本帶魚比例最高，然而在白帶魚部分由於在外觀形態上與另外兩種帶魚皆有重疊，較難分辨，經大量採樣進行外部形質比例計算後雖可鑑定大部分個體，但仍有約 2% 之形態比例介於 3 種魚種之間，仍需依靠進行 DNA 定序究明，但不影響本研究對西南海域 3 種帶魚之漁場與漁法、季節別差異與生物學調查之研究結果。有關 3 種主要的帶魚屬魚類在外觀型態上的重疊造成識別難度及在漁獲查報上可能產生較難將各魚種詳細區別的問題，未來仍待更詳細的魚種分類技術開發，讓帶魚資源的調查與解析工作得以有更深入的進展。

由形態比例鑑定方法確認西南海域主要 3 種帶魚屬魚種後，進行生殖腺指數月別變化觀察，可知 3 種帶魚之生殖期高峰皆有所差異，日本帶魚為春、秋二季，Shih *et al.* (2011) 及 Watari (2017) 皆敘明類似的結果；南海帶魚為 3 - 8 月產卵，Shih *et al.* (2011) 之研究亦指出南海帶魚產卵期為 4 - 8 月，與本研究結果亦相近；白帶魚則為 12 月。搭配本研究在各種漁法及西南海域不同漁場的魚種資源分布結果，可做為針對不同種帶魚在資源保育管理上產卵期、棲地等策略差異性的調整，以符合資源現況。

本研究探討 1997 - 2017 年間西南海域底拖網漁獲帶魚資源變動結果，經標準化分析可知帶魚資源近年來正呈現下滑趨勢，主要資源集中在漁場偏北及中部的 A、B、C 區，以 C 區資源較為豐盛，長期來看，主要漁期在第 1 季及第 4 季，但年間仍有差異，如 2017 年以第 3 季及第 4 季資源較豐盛，除了漁區與季節別因子外，漁船馬力數亦為影響帶魚漁獲量之顯著因子。Watari (2017) 針對日本豐後水道 2003 - 2011 年日本帶魚資源調查結果指出，春季與秋季為日本帶魚的產卵高峰，但 2007 年之後春季群在數量上迅速的減少，是造成漁獲量下降的主因，由幾個有關產量及產卵量的生物參考點顯示該地區正面臨高漁撈壓力的狀況，建議降低 20% 的捕撈壓力。本研究透過標準化解析影響西南海域帶魚屬魚類漁獲量之因子，未來在探討如何進行帶魚資源管理以降低捕撈壓力之管控條件上，提供參考。

Tzeng *et al.* (2016) 分析比較黃海，東海，臺

灣海峽和南海 180 個日本帶魚粒腺體 DNA 序列組成，結果支持臺灣海峽為日本帶魚的屏障，阻隔了東海及南海的基因交流，建議將日本帶魚區分為泛東海群 (日本、黃海、東海、臺灣海峽) 及南海群兩個獨立的管理單位進行管理，以保護該物種之多樣性。本研究海域位處兩管理單位之邊界，由季節性漁場變動可知帶魚屬魚類資源有季節遷移之情形，是否隨著季節性洋流交替而使得不同族群之間產生交流，未來可透過持續採樣並結合生物技術更進一步解析。

透過航跡資料配合漁獲報表資料解析帶魚季節別漁場分布，或配合生物學採樣資料解析產卵行為以作為掌握資源分布時序之技術已越臻熟練，其中重要的基本資料庫建置工作乃是後續多樣化解析的基礎，未來在經費及人力狀況許可下，仍將持續累積，以作為長期掌握資源狀態之重要依據。

謝 辭

本研究經費由行政院農業委員會水產試驗所 (107 農科-9.2.1-水-A1 (3)) 計畫項下支應，研究期間，感謝水試二號試驗船全體同仁協助採樣、本所海洋漁業組葉信明組長於計畫執行初期建構科學採樣規模、蕭聖代副研究員協助 DNA 鑑定相關事宜、金建邦助理研究員協助統計與圖表修訂，讓本研究得順利完成，謹此誌之。

參考文獻

- 石念祖 (2003) 臺灣海域帶魚之年齡成長及生殖生物學研究, 國立臺灣海洋大學環境生物與漁業科學學系碩士論文, 102 pp.
- 江繡燕 (2012) 利用船位資料探討臺灣沿近海白帶魚漁場分布之研究, 國立臺灣海洋大學碩士論文, 51 pp.
- 沈世傑 (1993) 臺灣魚類誌. 國立臺灣大學動物系, 229 pp.
- 邵廣昭 (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.
- 陳文義 (1978) 臺灣產肥帶魚 (*Trichurus lepturus*) 及瘦帶魚 (*Trichurus japonicus*) 之年齡與成長之研究. 國立臺灣海洋大學漁業科學研究所博士論文.
- 陳德平 (2002) 臺灣東北沿岸水域白帶魚船釣分布實態與豐度估計之研究. 國立臺灣海洋大學環境生物與

- 漁業科學系碩士論文, 67 pp.
- 曾志翔 (2010) 印度-西太平洋帶魚之類緣地理及系群結構. 國立臺灣大學生命科學院動物學研究所博士論文, 120 pp.
- 游祥平, 陳天任 (1986) 原色臺灣對蝦圖鑑. 南天書局, 台北, 183 pp.
- 臺灣魚類資料庫 (2019) <http://fishdb.sinica.edu.tw/chi/home.php> (2019-10-24).
- 簡春潭 (1979) 臺灣產肥帶魚 (*Trichiurus lepturus*) 及瘦帶魚 (*Trichiurus japonicus*) 之生殖生物學之研究. 國立臺灣海洋大學漁業科學研究所博士論文.
- Abdul Azeez, P., M. Koya, K. L. Mathew, G. S. Temkar and R. A. Khileri (2016) GIS based mapping of spatio-temporal distribution pattern of ribbonfish *Trichiurus lepturus* (Linnaeus, 1758) along Saurashtra coast, India. *Indian J. Fish.*, 63 (4): 10-14.
- Bakhom, S. A. (2007) Diet overlap of immigrant narrow-barred Spanish mackerel *Scomberomorus commerson* and the largehead hairtail ribbonfish *Trichiurus lepturus* in the Egyptian Mediterranean coast. *Anim. Biodiver. Conserv.*, 30: 147-160.
- Carpenter, K. E. and V. H. Niem, eds. (1999) Species identification guide for fisheries purposes. The Living Marine Resources of the Western Central Pacific. Vol. 1-6, FAO, Rome, 4218 pp.
- Juanes, F. and D. O. Conover (1994) Rapid growth, high feeding rates and early piscivory in young-of-the-year bluefish (*Pomatomus saltatrix*). *Canadian J. Fish. Aquat. Sci.*, 51: 1752-1761.
- King, M. (1995) Fisheries biology, assessment and management. Fishing News Books, Oxford, 341 pp.
- Kosaka, M., M. Ogura, H. Shirai and M. Maeji (1967) Ecological study on the ribbon fish, *Trichiurus lepturus* Linne, in Suruga Bay. *J. College Mar. Sci. & Tech.*, Tokai Univ., 2: 131-146 (in Japanese).
- Kwok, K. Y. and I. H. Ni (2000) Age and growth of cutlassfishes, *Trichiurus* spp., from the South China Sea. *Fish. Bull.*, 98: 748-758.
- Nakabo, T. ed. (2002) Fishes of Japan with pictorial keys to the species. English edition, Tokai University Press, Tokyo, 1749 pp.
- Niino, Y., J. Y. Shibata, T. Tomiyama, Y. Sakai and H. Hashimoto (2017) Feeding habits of the cutlass fish *Trichiurus japonicus* around Hiuchi-Nada, central Seto Inland Sea, Japan. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 83 (1): 34-40.
- Shih, N. T., K. C. Hsu and I. H. Ni (2011) Age, growth and reproduction of cutlassfishes, *Trichiurus* spp., in the southern East China Sea. *J. Appl. Ichthyol.*, 27: 1307-1315.
- Sukumar, S. G. and E. Vivekanandan (2017) Changes in the diet of predatory ribbonfish *Trichiurus lepturus* Linnaeus, 1758 with increasing body size along Chennai coast. *Indian J. Fish.*, 64 (4): 34-43.
- Tzeng, C. H., T. Y. Chiu, C. S. Chen, H. Y. Wang and T. S. Chiu (2016) The current population structure of the demersal hairtail (*Trichiurus japonicus*) in the Western North Pacific was shaped by the Taiwan Strait, as revealed by mitochondrial DNA. *Taiwania*, 61 (4): 279-287.
- Wang, H. Y., C. A. Dong and H. C. Lin (2017) DNA barcoding of fisheries catch to reveal composition and distribution of cutlassfishes along the Taiwan coast. *Fish. Res.*, 187: 103-109.
- Watari, S., S. Tokumitsu, T. Hirose, M. Ogawa and M. Makino (2017) Stock structure and resource management of hairtail *Trichiurus japonicus* based on seasonal broods around the Bungo Channel, Japan. *Fish. Sci.*, 83: 865-878.
- Wojciechowski, J. (1972) Observations on biology of cutlassfish *Trichiurus lepturus* L. (Trichiuridae) of Mauritania Shelf. *Acta Ichthyol. Piscatoria*, 2: 67-75.
- Wu, C. C., W. C. Su, K. M. Liu, J. S. Weng and L. J. Wu (2012) Reproductive biology of the Japanese butterflyfish *Psenopsis anomala* in the south-western waters off Taiwan. *J. Appl. Ichthyol.*, 28: 209-216.

Survey of Fishery Resources of Cutlassfish (*Trichiurus* spp.) off Southwestern Taiwan

Chi-Chang Lai¹, Hsing-Han Huang¹, Jian-Zhi Huang^{1*}, Yi-Shu Wu¹ and Long-Jing Wu²

¹Coastal and Offshore Resources Research Center, Fisheries Research Institute

²Ocean Conservation Administration, Ocean Affairs Council

ABSTRACT

This study focused on the species identification, reproduction biology, age and growth analysis of *Trichiurus* spp. that were collected from 6 different fishing ports in southwestern Taiwan. *Trichiurus japonicus* is the dominant species and accounted for 72.7% of the total of 8376 samples. *Trichiurus nanhaiensis* accounted for 21.4%, and *Trichiurus lepturus* accounted for 3.3%. The other 2.6% of samples could not be identified by appearance. Although *Trichiurus nanhaiensis* only accounted for 21.4% of the *Trichiurus* spp. samples, *Trichiurus nanhaiensis* was more abundant than *Trichiurus japonicus* off the shallower fishing grounds near the Mituo and Haikou fishing ports. This finding suggests that *Trichiurus nanhaiensis* inhabits more shallow and more coastal waters than *Trichiurus japonicus*. L50 values of 248.6 mm and 290.1 mm, respectively, for *T. japonicus* and *T. nanhaiensis* individuals with ages <2 yr were determined based on otolith image analysis, and indicated that both species attain maturity within two years after hatching.

The VDR and logbook data suggested that there was a seasonal variation in the abundance of *Trichiurus* spp., with the species being more abundant from Jul.-Sep. and Oct.-Dec. in 2017. The fishing grounds changed with the seasons, and were mainly distributed at 50-100 m away from Qieding, 100-200 m away from Kaohsiung fishing port 1 and Donggang, and south of Liuqiu Island. We conducted GLMM analysis of resources for the period of 1997-2017 and included factors such as year, season, region, and horsepower of fishing vessels. The results showed a decline in resources in recent years. Geographically, the area with the lowest amount of resources was area D, which is located deeper in the South. In terms of seasonal change, the second quarter exhibited the lowest amount of resources. The results of this study can serve as scientific evidence for the policy-making and fishery management of *Trichiurus* spp. fishes.

Key words: southwestern water, *Trichiurus japonicus*, *Trichiurus nanhaiensis*, *Trichiurus lepturus*

*Correspondence: Coastal and Offshore Resource Research Center, Fisheries Research Institute, No. 6, Yugang N. 3rd Rd., Cianjhen District, Kaohsiung 80672, Taiwan. TEL: (07) 8218103 ext. 231; E-mail: jzhuang@mail.tfrin.gov.tw