



臺灣河口域鰻線調查

黃瀛生^{1*}、蔡惠萍²、李彥宏³、楊順德¹

¹ 行政院農業委員會水產試驗所淡水繁養殖研究中心

² 行政院農業委員會水產試驗所東部海洋生物研究中心

³ 行政院農業委員會水產試驗所東港生技研究中心

摘要

日本鰻是臺灣重要的淡水養殖魚類，也是東亞各國廣為利用的經濟魚種，臺灣每年 10 月下旬開始有日本鰻鰻線的蹤跡，而於 2 月底接近尾聲。本研究在每年 11 月至隔年 2 月訪談具代表性捕撈業者，以瞭解鰻線捕撈漁業並委請業者填寫問卷，藉以探討臺灣地區的鰻線撈捕概況和資源變動情形。四年的調查分析結果顯示，在漁法方面以動力叉手網船所投入的硬體成本最高，但捕撈量佔比最大，且每種漁法的作業時間會因為潮汐、海流及日落時間而有所變化，以頭城式鰻線耙網作業時間長達 12 小時最久；另，捕獲起始時間以屏東地區在 11 月初，而淡水直到 11 月下旬才開始捕獲到鰻線。成本方面，淡水、嘉義及屏東定置網的益本比均低於 10，顯示產量及價格相對穩定，各地區捕獲量與東亞跟臺灣的捕撈量有相同的趨勢，不同地點、年度的捕獲率也有不同，差距最高達 50 倍以上。潮汐方面，大部分的捕撈地點在大潮時捕獲量略多於中小潮，由旬期捕撈比例可發現各地的捕撈高峰並不一致，且白鰻線呈現越到後期其體型略小的趨勢，緯度越高則體長略長；另，黑鰻（包括鱸鰻、太平洋雙色鰻等）則因族群及種類組成複雜，每年來游體型大小有較明顯的差異。

關鍵詞：日本鰻、鰻線、資源

前言

日本鰻 (*Anguilla japonica*) 曾是臺灣最為重要的淡水養殖魚類，養殖盛期年產值曾達 5 億 6 千萬美元，也是東亞各國廣為利用的經濟魚種，在日本、中國、韓國及臺灣雖有不同的飲食文化特色，不過都將鰻魚視為珍補的重要水產食材。鰻魚是降海洄游的

溫帶魚種，天然鰻線主要分布地區有臺灣、中國、日本及韓國等地 (Tesch, 2003; Tsukamoto, 2006)，臺灣地區每年 10 月下旬開始可見日本鰻鰻線，高峰約在 12 月至 1 月，於 2 月底接近尾聲，而整個東亞的日本鰻鰻線汛期，則呈現南早北晚的態勢 (郭，1994; Han, 2011)。根據東亞 20 年來的鰻線捕撈量看來，自 1980 年起日本鰻資源有遞減趨勢，且產量豐歉不一 (Dekker, 2004)。臺灣每年養殖需 15—50 公噸鰻線，但天然捕獲供應量僅 5—25 公噸，不足以因應養殖

* 通訊作者/50562 彰化縣鹿港鎮海埔里 106 號;
TEL: (04)7772175; FAX: (04)7775424;
E-mail: yingson@fwlk.tfrin.gov.tw





產業所需，致使苗價高漲，2011 年每尾曾高達新臺幣 200 元以上，2018 年養殖新聞報導千葉縣鰻線每公斤售價達 200 萬日圓，間接提高養殖成本，影響產業的發展甚鉅。另一方面，歐洲鰻自 2009 年被列入瀕臨絕種野生動植物國際貿易公約 (CITES) 保護物種，日本鰻也可能面臨這個貿易危機，2016 年南非第 17 屆 CITES 會議中雖尚未將日本鰻列入，但也提議資源利用國需有完整的資源調查來作為往後利用評估。

這幾年因全球氣候及海洋環境變遷如海溫升高 (Bonhommeau et al., 2008)、太陽黑子活動 (Han et al., 2009)、聖嬰現象 (Kimura et al., 1994; Zenimoto et al., 2009)、沿岸水域受到污染，人為因素如河川棲息地破壞或濫捕等諸多因素，導致日本鰻鰻線日益枯竭且產量極不穩定，因此業者也嘗試養殖其他種類鰻魚，如鱸鰻 (*A. marmorata*)、雙色鰻 (*A. bicolor*) 等來填補市場所需。1980 年代之研究，認為臺灣有四種鰻魚，分別為日本鰻 (*A. japonica*)、鱸鰻、太平洋雙色鰻 (*A. bicolor pacifica*) 和西里伯斯鰻 (*A. celebesensis*) (曾, 1982; Tzeng and Tabeta, 1983; Han et al., 2001)，Watanabe et al. (2009) 發現尚有呂宋鰻 (*A. luzonensis*)。其中除鱸鰻為傳統燉補藥膳使用的主要物種外，雙色鰻也因為體色及體型與白鰻相近，成為蒲燒日本鰻的替代物種。

因鰻魚的資源量不斷下降，IUCN (國際自然保護聯盟) 將日本鰻、歐洲鰻及美洲鰻列為瀕危 (endangered)，而由於日本鰻資源量的減少以致增加了對其他種鰻魚的養殖

需求，故亦將其他十數種鰻魚列為近危 (near threatened)。為瞭解臺灣地區各地的主要鰻種的鰻線資源狀況、來游時間差異及比較不同漁法的作業情形，本研究自 2014 年開始執行鰻線資源調查，以期描繪出臺灣地區的鰻魚資源分布概況，以做為鰻魚資源管理與對策擬定之參考。

研究方法、捕撈地區與漁法

一、研究方法

臺灣地處亞熱帶，位於黑潮及中國沿岸流交會的路徑上，每年冬季均有大量的鰻線漂流至各海岸，鰻線主要產區分別為宜蘭、屏東、淡水及嘉義，其中宜蘭與屏東分別位於黑潮主、支流前端，而淡水位於西部最北端，嘉義沿海則有中國沿岸流經過，故調查地區以上述四大區域為主。

計畫開始先拜訪捕撈業者，進行深度訪談，了解業者的鰻線捕撈作業時間、該地鰻線的流通情形，資金的投入等產業相關訊息；並設計問卷委請業者逐日填寫捕撈的作業時間、捕撈量、天候、風向、水溫、氣溫及潮汐狀態 (大小潮) 等數據。在法定允許捕撈季節 (每年 11 月至隔年 2 月) 開始後，每 15 天訪問 1 次捕撈業者，記錄最近作業狀況並陪同業者至現場記錄作業流程。另，每月自業者處購買日本鰻 (一般俗稱白鰻) 鰻線及黑鰻鰻線，帶回研究室做形質量測。在捕撈過程中，先以肉眼初步分辨種類，臺灣所產出的鰻線中，除了日本鰻為溫帶鰻，其他均為熱帶鰻 (一般統稱為黑





鰻)，而僅有太平洋雙色鰻為短鰭型（曾，1982；Tzeng and Tabeta, 1983；吳，2012）。

二、捕撈地點及漁法介紹

（一）宜蘭地區

宜蘭是近幾年來臺灣最主要的鰻線產區，每年產量約佔臺灣總產量 3 成以上，因為黑潮流經宜蘭外海並且在宜蘭灣上迴旋，所以每年會有大量鰻線在此處洄游上溯，另外蘭陽平原有宜蘭河、蘭陽溪、冬山河、新城溪等溪流提供淡水水源入海，也讓鰻線可依循淡水進入河川成長（李，2010）。宜蘭的捕撈區域從頭城北關到蘇澳溪出口，捕撈方式有動力叉手網、流袋網、鰻線扒網、頭城式鰻線扒網，而本研究於此地區則以捕撈量最大的動力叉手網及捕撈人數最多的頭城式鰻線扒網作為調查對象。

（二）淡水地區

淡水是北部主要鰻線生產及集散地，當地主要作業漁法是流袋網，由淡水河兩岸的漁船捕撈。在淡水河與公司田溪中間的沙崙海水浴場則有些許的鰻線耙網及三角叉網，由於此地區的流袋網作業漁船約有 150 艘，故選擇當地的流袋網漁法為調查對象。流袋網作業每次會放 6—10 組網具，每次作業人數 2 人，這種漁法是利用漲潮推動水流的特性，必須等待入夜的漲潮才能作業。

（三）嘉義地區

西南部沿海地區多為泥灘地，當地使用的主要漁法為張網，係以竹竿或鐵杆打樁再將漁網固定其上，利用潮汐的漲退來捕撈鰻線。張網因其特性而無法如動力叉手網或是流袋網一樣更換捕撈地點，每年設網的地點

固定，樣本戶為 10 人合作的團體，張網架設的位置在於鰲鼓溼地外海，地點恰在北港溪與朴子溪中間，因鰲鼓溼地與外傘頂洲相對的地形關係，而形成一個南大北小的喇叭狀形式，這種地形有助於匯集海流以利鰻線捕撈，捕撈方式以兩人一組，每組放 10—12 具漁網，共計有五組。

（四）屏東地區

屏東是南臺灣鰻線產地之一，主要漁法為動力叉手網、高屏溪定置網與張網，在林邊溪以南尚有動力打水式待袋網，本研究以一位動力叉手網漁民和一位高屏溪定置網漁民為樣本戶。動力叉手網樣本戶以新園鹽埔港為母港，當地約有 200 艘動力叉手網船。高屏溪因為河面寬闊，水流充沛，吸引了大量的鰻線上溯，漁民每年向政府申請在河面上架設定置網捕撈鰻線，網口面向河口呈展翼狀，中間有小屋，漁民躲在小屋中以水中燈誘集鰻線用手抄網撈起，每組網具約 70 m 長，目前高屏溪有定置網紀錄約 18 組。

結果與討論

一、捕撈成本、作業人力及作業時間

分析所有樣本戶的捕撈成本，以動力叉手網船所投入的硬體成本最高，而頭城式鰻線耙網投入成本最少（表 1）；在營運成本方面，動力叉手網每次出海油料成本約 9,000 元，所需人力 2 人；流袋網成本約 2,000 元，所需人力 2 人；張網約成本 500 元，操作人員 2 人；高屏溪定置網及頭城式鰻線耙網無動力船筏則以 1 人即可作業。





因為鰻鱺科魚類為夜行性動物 (Tzeng, 1985)，故每種漁法的作業時間會因為潮汐、海流及日落時間而有所改變。在不同漁法中，以頭城式鰻線耙網作業時間最長約 8–12 小時；張網因為需有前置作業，整體作業時間約需 6 小時；動力叉手網從入夜後開始作業，但因下半夜捕撈量會銳減，考量成本後的作業時間大概 6 小時；高屏溪定置網及流袋網因位處河口而利用潮水作業，故自漲潮起算約 4 個小時即結束作業。

表 2 顯示，由訪查記錄分析各地區平均捕撈價格均差異不大，而將所有地區以賣出價格與捕撈量計算各漁法益本比，發現淡水、嘉義及屏東定置網的益本比均低於 10，顯示產量及價格相對穩定，而宜蘭及屏東的動力叉手網益本比從 0.36–42.93，波動甚大。另外，船筏捕撈的價格稍高於單獨以人工捕撈，因動力船筏捕撈量大，可取得較好的收購總價，但在鰻線歉收年的時候，使用動力船筏捕撈則可能不敷成本。

表 1 不同的鰻線捕撈漁法之硬體和營運成本(單位：千元)

漁 法	動力叉手網	流袋網	張 網	定置網	頭城式鰻線耙網
船 舶	600	500	200	0	0
油 耗	9	2	0.5	0	0
網 具	100	48	60	15	5
小 計	709	550	260.5	15	5
人 力	2	2	2	1	1

表 2 2014-2017 年不同地區和漁法的平均每尾捕撈平均成本、平均售價(單位：元)及益本比

地 點	宜 蘭			屏 東			淡 水		
漁 法	動力叉手網			動力叉手網			流袋網		
價格 年度	平 均 成 本	平 均 售 價	益本比	平 均 成 本	平 均 售 價	益本比	平 均 成 本	平 均 售 價	益本比
2014-2015	46.90	74.33	1.58	6.77	74.64	11.02	70.63	72.39	1.02
2015-2016	3.84	70.48	18.35	180.52	65.13	0.36	21.99	66.18	3.01
2016-2017	2.13	52.13	24.47	2.90	48.46	16.73	7.63	45.84	6.01
地 點	嘉 義			屏 東			宜 蘭		
漁 法	張 網			定置網			頭城式鰻線耙網		
價格 年度	平 均 成 本	平 均 售 價	益本比	平 均 成 本	平 均 售 價	益本比	平 均 成 本	平 均 售 價	益本比
2014-2015	18.42	73.80	4.01	18.70	74.14	3.96	2.86	72.84	25.47
2015-2016	14.80	103.03	6.96	9.72	65.04	6.69	2.09	69.85	33.42
2016-2017	10.50	43.72	4.16	4.28	44.04	10.29	1.17	50.23	42.93





二、各地區樣本戶捕撈起始日期、單日最大量日期及捕獲量的消長

比較各地區當年度捕撈的起始時間跟最大量 (表 3)，東北部宜蘭及南部屏東地區均在 11 月上中旬開始捕撈，位於北部的淡水跟西部的嘉義則需要等到 11 月中下旬才會開始捕撈，Guo et al. (2017) 指出，長江口約在 1 月中旬才會捕捉到鰻線，顯示宜蘭及屏東的捕獲日期早長江口地區約 2 個月，嘉義及淡水約早一個半月。就單日最大量而言，同樣的動力叉手網，宜蘭在 2015 及 2016 年要等到隔年 1 月才有最大量，而屏東約在 11 月即有最大量，這是否跟黑潮的流動有關則待進一步探討 (周，2018)。

在四年捕撈記錄中，單年最大捕獲量為 2017 年的宜蘭動力叉手網，次高為 2017 年的屏東動力叉手網，最少為 2016 年的屏東

動力叉手網。比對各地總捕獲量與臺灣或東亞的捕獲量，各地區與東亞跟臺灣的捕撈量有相同的趨勢，應同受黑潮影響所致 (周，2018)。此外，在相對豐收的 2017 年，宜蘭在 12 月即有最大量，而屏東卻往後延遲一個月餘。據推估鰻線的五條輸送路徑分別為：(1)主流黑潮運送的宜蘭-種子島-三河灣-相模川-千葉縣；(2)臺灣海峽流運送的屏東-淡水和藉沿岸流將鰻線運送到廣東；(3)臺灣暖流運送的宜蘭-福鼎-閩江-溫州-寧波-上海；(4)經黑潮後分出黃海暖流運送的宜蘭-濟洲島-韓國錦江-鴨綠江；以及(5)福建北部的鰻線可能經由沿岸流運送到福建南部和廣東象山 (周，2018)。對照捕撈起始日期及單日最大量可發現，由屏東、嘉義到淡水的推移大致符合第二個輸送路徑，呈由南往北擴散的狀態。

表 3 2014-2017 年各地區樣本戶捕撈起始日期、單日最大量日期及當年捕獲量

作業地區	宜 蘭	屏 東	淡 水	嘉 義	屏 東	宜 蘭
捕撈方式	動力叉手網	動力叉手網	流袋網	張 網	定置網	頭城式鰻線耙網
捕撈起始日期						
2014-2015 年	2014/11/16	2014/11/06	2014/11/28	2014/11/21	2014/11/12	2014/11/17
2015-2016 年	2015/11/12	2015/11/01	2015/11/06	2015/11/13	2015/11/02	2015/11/01
2016-2017 年	2016/11/09	2016/11/17	2016/11/22	2016/11/25	2016/11/15	2016/11/06
2017-2018 年	2017/11/07	2017/11/08	2017/11/30	2017/11/23	2018/01/10	2017/11/14
單日最大量日期						
2014-2015 年	2015/01/15	2014/11/11	2015/01/05	2014/12/13	2014/12/09	2015/02/15
2015-2016 年	2016/01/12	2015/11/06	2016/01/31	2016/01/01	2015/11/10	2015/11/06
2016-2017 年	2016/12/08	2016/12/28	2016/12/01	2016/12/05	2016/12/22	2016/12/03
2017-2018 年	2018/01/28	2017/12/23	2018/01/23	2018/01/03	2018/01/27	2018/01/25
捕獲白鰻量(尾數)						
2014-2015 年	1,348	9,304	1,869	32,030	802	1,747
2015-2016 年	16,347	349	7,001	34,919	1,543	2,391
2016-2017 年	29,566	21,748	18,869	51,434	3,498	4,279
2017-2018 年	3,338	68	1,005	26,324	1,226	1,444





三、各地區捕獲率比較

一般在計算鰻線撈捕的單位努力漁獲量 (catch per unit effort, CPUE) 是以「尾/網/日」為主，但這通常使用於單一漁法以易於比較，例如定置網漁法 (Tzeng, 1985)、張網漁法 (Zhang et al., 2008)。本研究涵蓋不同地區各異的漁具漁法，因而參採智等 (2013) 的計算方法，修改為計算捕獲率而以「尾/小時-網截面積」的方式呈現。結果如表 4 所示，捕獲率最高的是 2016—2017 年的宜蘭動力叉手網，平均可捕獲 78.56 尾/每小時-1000m²；而最少的是 2015—2016 年的屏東動力叉手網只有 1.32 尾/每小時-1000m²；而同地點在不同年度的捕獲率也有所不同，差距最高達 50 倍以上。若由捕獲率加以比較各種漁法間的捕撈效益，其中最高者為 2016—2017 年的宜蘭動力叉手網，最低則是 2015—2016 年的屏東動力叉手網，究其因可能與鰻線來游豐度多寡有關。

四、潮汐與鰻線捕獲量的關係

以往的研究報告指出，影響鰻線來游增補量的環境因子包括月相 (lunar phase)、潮汐、晝夜節律、月夜、水溫、鹽度、濁度、水中氣味及降雨等因素 (Tzeng, 1985;

Jellyman and Lambert, 2003; Jellyman et al., 2009; Hwang et al., 2014; Guo et al., 2017)；然而，這些探討環境因子與鰻線捕獲量關係的研究結果並不一致，可能是因捕獲位址和鰻線生理狀態之不同所致 (Jellyman and Lambert, 2003)。本研究記錄各地區的作業時間、捕撈量、天候、風向、水溫、氣溫及潮汐狀態 (大小潮) 等數據，但在天候、風向、水溫及氣溫方面並未顯示與鰻線捕撈量有關。

就潮汐而言，Tesch (2003) 認為鰻線到達河口域會藉由潮汐推動進入河川中，捕獲量應隨潮汐大小而改變。在本研究的樣本戶中，淡水流袋網、嘉義張網及屏東定置網屬於需靠潮水推動以捕獲鰻線的漁法，而宜蘭動力叉手網、屏東動力叉手網及宜蘭頭城式鰻線耙網則屬不需潮水推動的漁法。一般，潮汐分為暗夜大潮 (農曆初一至初三)、月夜大潮 (農曆十六至十八) 及農曆下旬則是中小潮，圖 1 為比較各地區樣本戶在農曆上中下旬的捕撈數據，大部分的捕撈地點在大潮時的捕獲量略多於中小潮，部分文獻認為鰻線來游數量與潮汐的關係密切 (Tzeng, 1985; 智等, 2013; Guo et al., 2017)。而本研究則發現，宜蘭與屏東動力

表 4 2014-2017 年不同地區和漁法的捕獲率(catch rate)比較(單位：尾/每小時-1000 m²)

地 點	宜 蘭	屏 東	淡 水	嘉 義	屏 東	宜 蘭
漁 法	動力叉手網	動力叉手網	流袋網	張 網	定置網	頭城式鰻線耙網
2014-2015 年	4.16	38.76	7.12	24.28	4.28	2.82
2015-2016 年	43.22	1.32	10.23	52.47	8.72	24.13
2016-2017 年	78.56	65.33	55.16	54.56	17.13	35.77



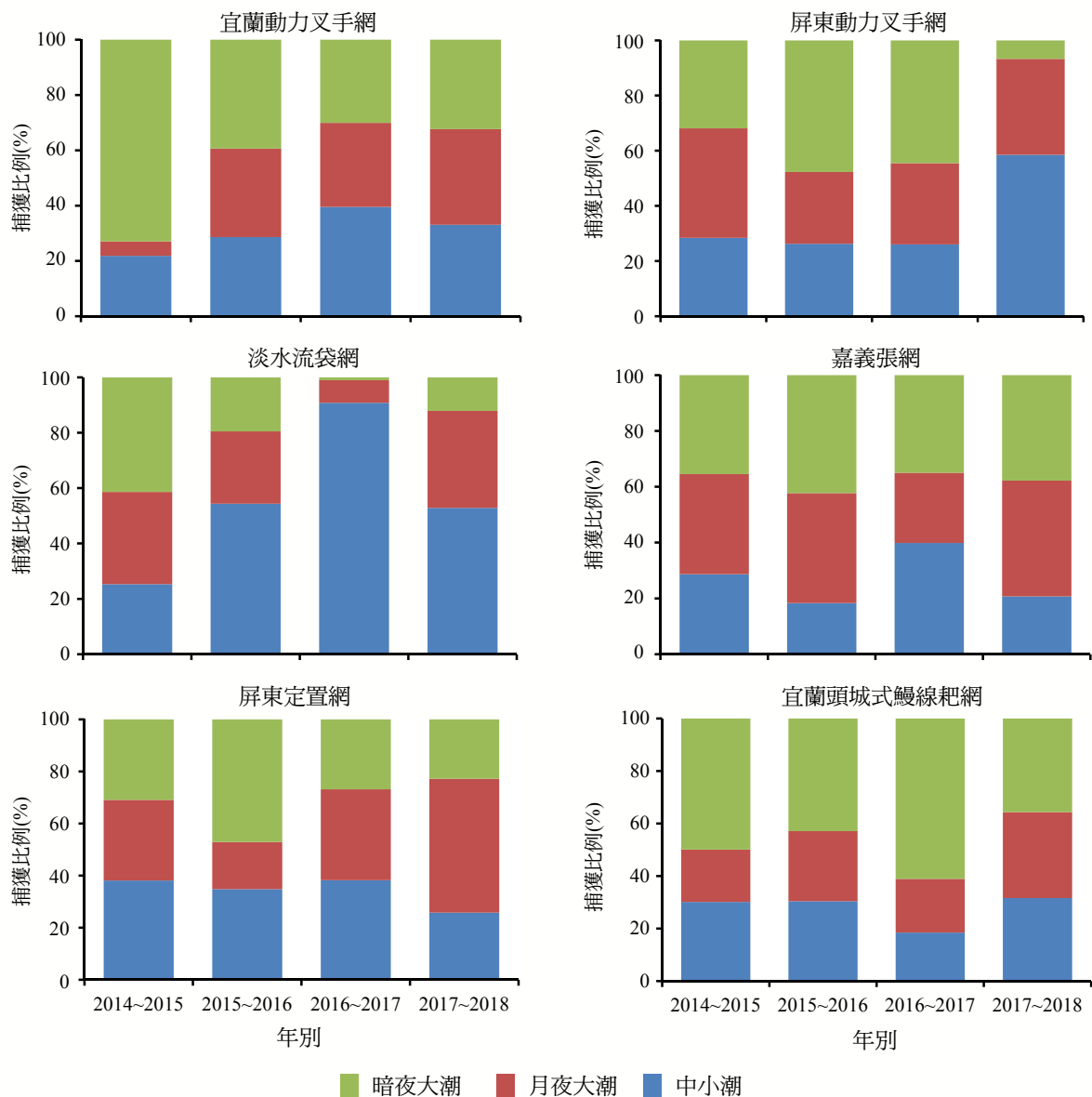


圖 1 各種漁法在大小潮的捕獲數量百分比

叉手網、嘉義張網、宜蘭頭城式鰻線耙網在暗夜的捕獲率較高，但潮汐對於鰻線數量的變化並無相當影響，原因可能與不同漁法的捕撈方式有關，本研究中的嘉義張網、淡水流袋網及屏東定置網必須倚靠潮水推動水流而捕撈鰻線，Tzeng (1985) 利用河川中定置網、流袋網及集魚燈手撈作為研究樣本，這與高屏溪定置網是較為相似的漁法，所以

潮汐影響捕撈數量較為明顯。在嘉義地區的調查結果，暗夜大潮捕撈量比例確實高於中小潮；又，以動力叉手網及鰻線耙網則在天黑時即可作業，不需要完全倚靠潮水，可能因此會有不同的漁獲結果。反觀依賴潮水捕撈的樣本戶，淡水區的捕撈量在 2014—2017 年暗夜大潮的捕撈有逐年減少的趨勢，可能與潮水過大反而影響網具架設，而





屏東定置網在暗夜大潮的捕獲數量可接近全年的 40%，且 3 年間的變化不大，倒是月夜大潮跟中小潮在不同年度變化比例差異較大。Tzeng (1985) 在東港的研究分析中指出，鰻線主要捕獲於大潮，Guo et al. (2017) 的研究顯示，鰻線捕撈量與潮汐有微弱的正相關，但認為是因為大潮的水流加速鰻線網過濾水體的速率所造成的結果，而且，有月光或無月光對於鰻線的捕獲量沒有

顯著相關。本研究中的嘉義張網及屏東定置網在大潮期間捕獲量高於中小潮，而不需潮汐推動的動力叉手網在暗夜、月夜大潮及中小潮的個別捕撈量百分比相近，與 Guo et al. (2017) 的推論近似。

五、旬期與鰻線捕獲的關係

將本研究相近的漁具漁法加以比對，若以旬分期比較宜蘭與屏東動力叉手網的捕撈量（圖 2）可發現，屏東地區在捕撈季節

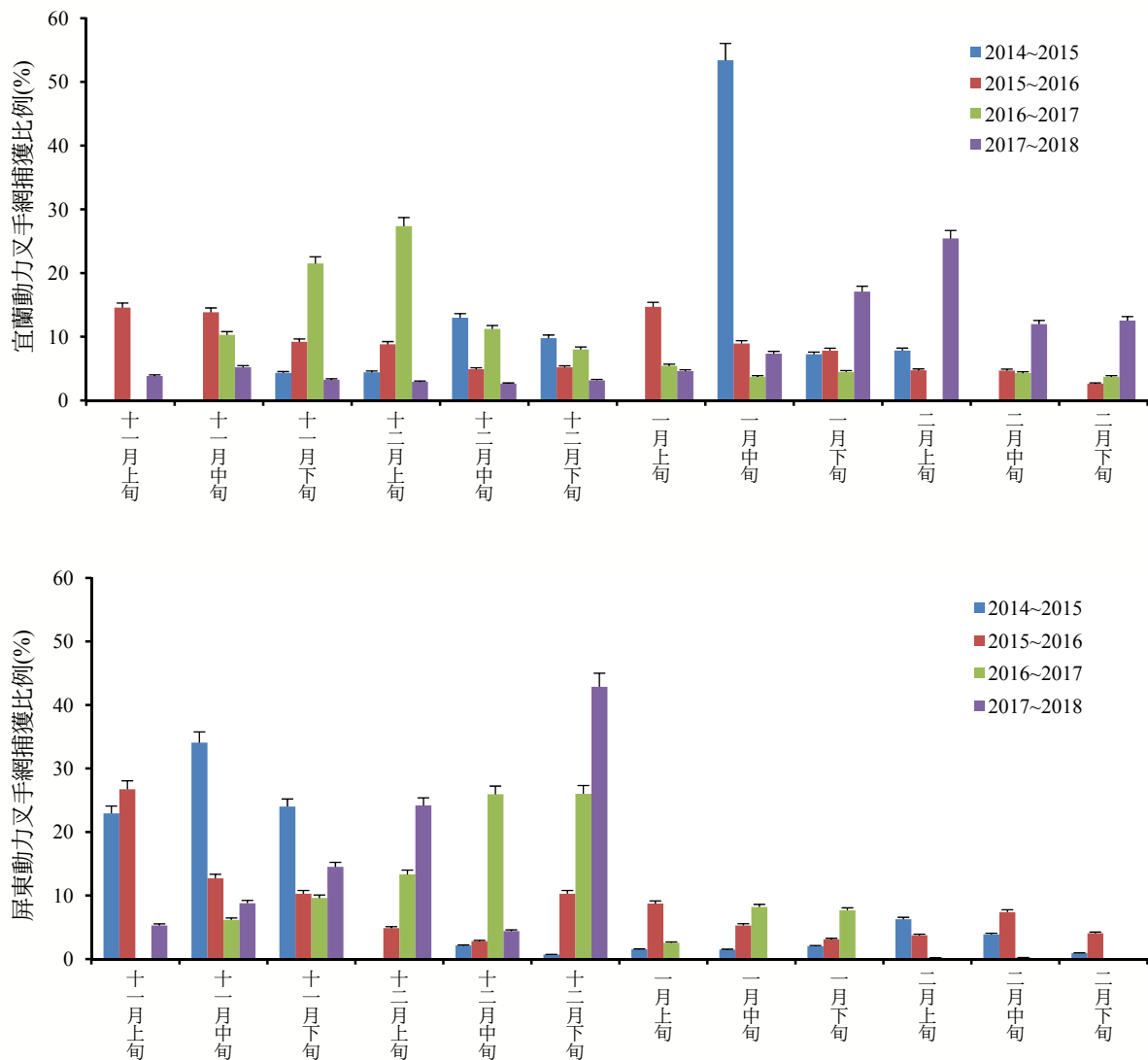


圖 2 宜蘭及屏東動力叉手網每旬期捕獲量百分比





前段即可捕獲大量的鰻線，越接近季節結束，捕獲量越少，而宜蘭在捕獲時間上約有兩個高峰期。比較淡水流袋網及嘉義張網的主要捕撈期間，集中在 11 月下旬及 1 月中旬，捕撈時間相對於其他兩個地區是『晚至早收』的情況（圖 3）。

淡水地區的每旬變化量於調查的四年期間內均有不同，但可捕撈時間則有愈加縮短的趨勢，是否因氣候、海流或河口新建臺

北港所造成，可能需長期間的調查研究方能解析。嘉義地區前半季的旬變化量不明顯，但是每年 12 月下旬至隔年 1 月上旬會有一波高峰，再現性明顯。至於屏東定置網及宜蘭頭城式鰻線耙網均為 1 人操作的網具，除少數幾個旬期有超過 20% 的捕撈比例，其他期間的捕撈比例雖有起伏，卻無明顯時間點可大量捕獲鰻線（圖 4）。此外，Tzeng (1985) 在臺灣北部河川的研究結果指出，

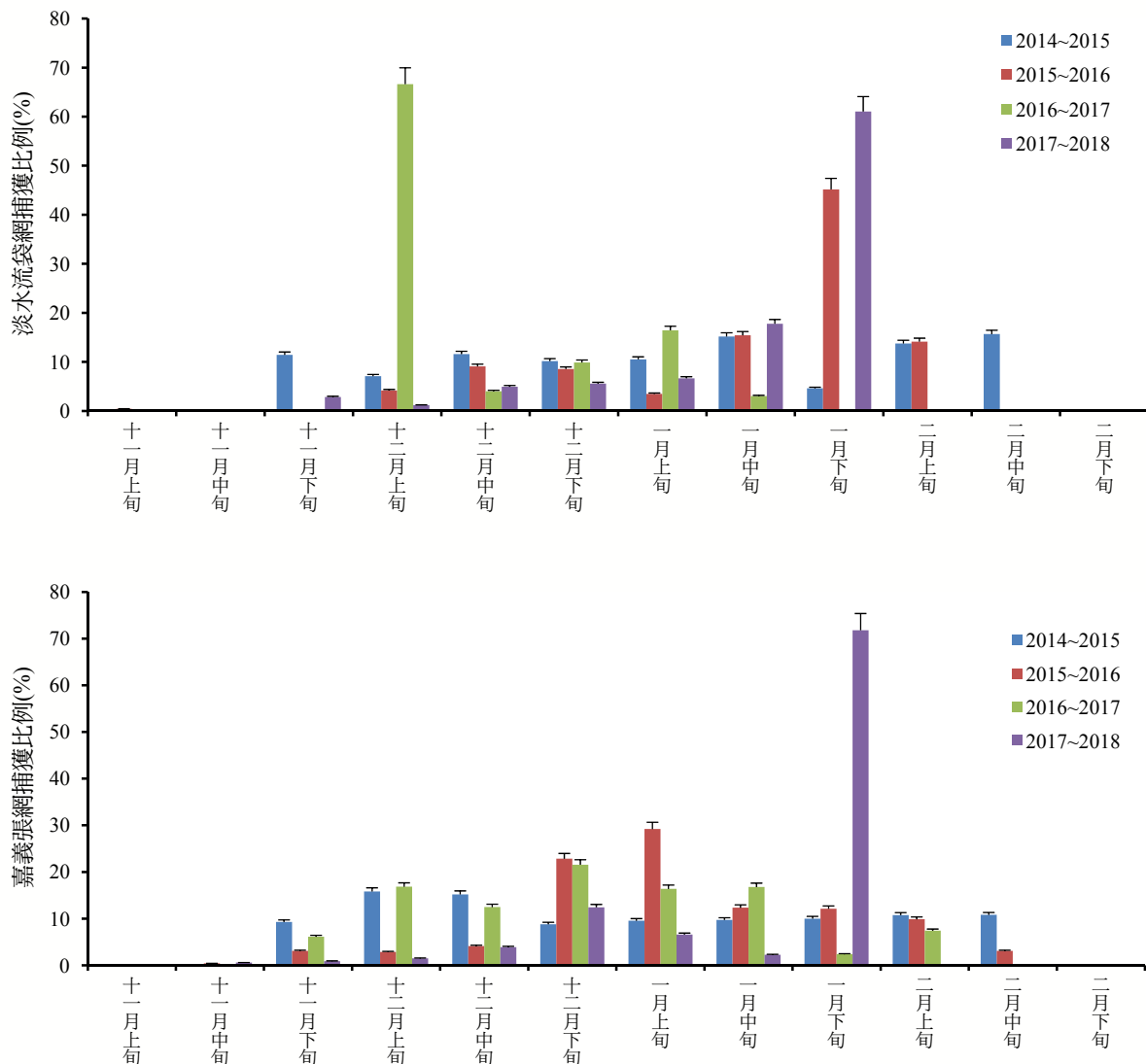


圖 3 淡水流袋網及嘉義張網每旬期捕獲量百分比



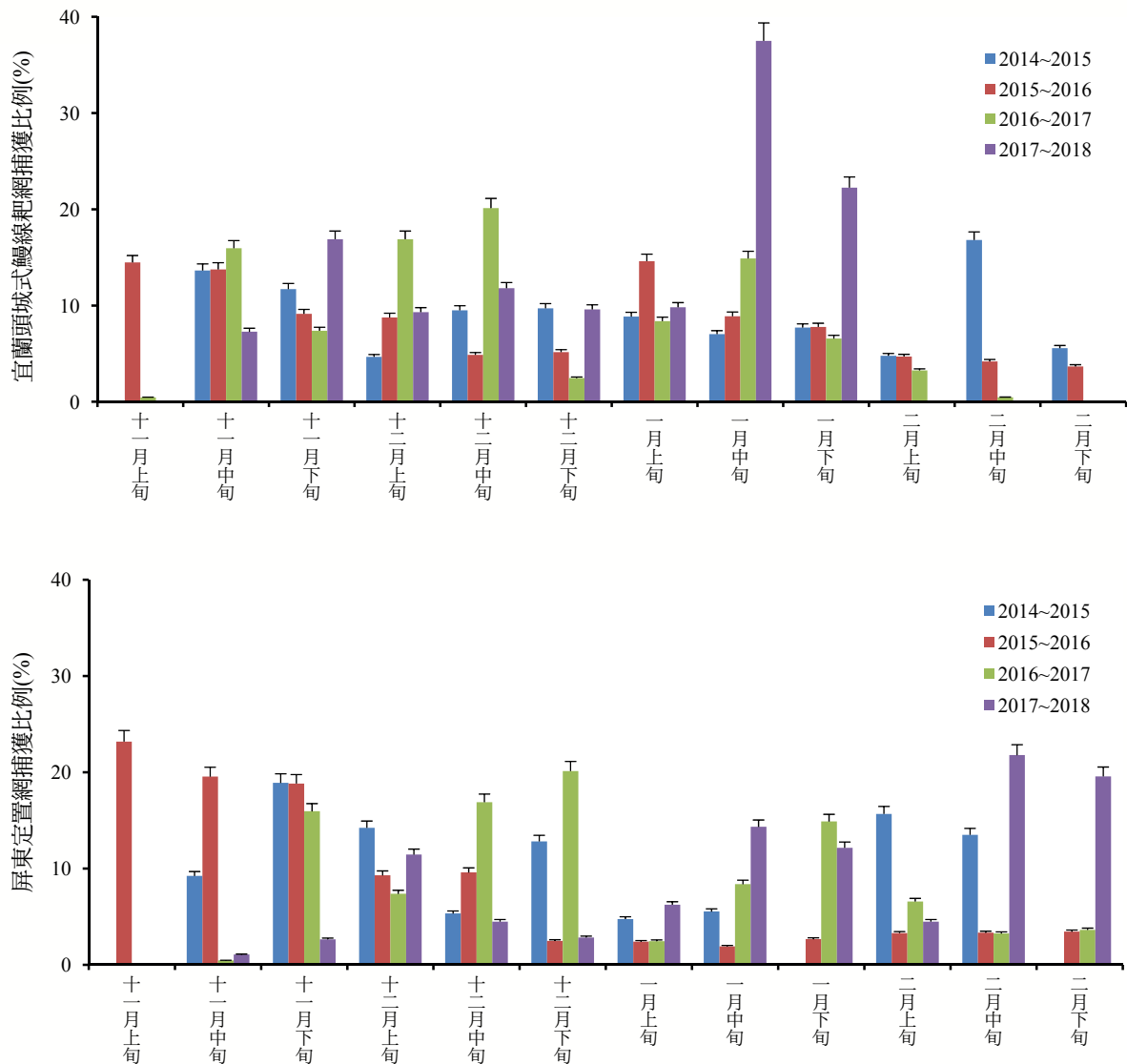


圖 4 宜蘭頭城式鰻線耙網及屏東定置網每旬期捕獲量百分比

1980—1981 年的鰻線捕撈峰期在 1 月初及 2 月中旬，而 1981—1982 年在 11 月底及 1 月底，均有兩個漁獲峰期。另一方面，Guo et al. (2017)觀察長江口張網的鰻線漁獲情形也發現類似的現象，只是峰期略較臺灣為晚，分別發生在 1—2 月和 3—4 月。

林 (2012) 的研究發現，淡水河的日本鰻線主要在 12 月及 2 月會有較大捕獲量，

而宜蘭河在 12 月及 1 月，東港溪在 1 月及 2 月有相對較多的白鰻捕獲量。其中淡水及宜蘭與本研究的捕獲旬期類似，而高屏溪及高屏沿岸捕撈卻主要集中在 11—12 月，此點與林 (2012) 的研究結果不太一致。另外，本研究也發現，嘉義地區的鰻線主要產在 1 月上旬，且整體表現略呈常態分布，而其他地區則無此現象。





六、不同捕獲時期鰻線的體長變化

以黑潮流向加以觀察，日本鰻的產地似乎應包括菲律賓，但 Aoyama et al. (2015) 的研究卻發現，菲律賓北部日本鰻鰻線異常稀少，確定臺灣應該為鰻線生產的最南端，而本研究比較各地白鰻鰻線及黑鰻鰻線體型變化 (圖 5)，發現捕獲的白鰻鰻線呈現越到後期其體型略小的趨勢，11 及 12 月的苗

與 1 及 2 月的苗在體長上有顯著差異，何 (2012) 的研究發現，雖然日本鰻的玻璃鰻之平均體長在月別間變化或是年間變化很大，但長期趨勢卻不明顯；而且，日本鰻玻璃鰻平均體長的年間波動變化似乎與聖嬰及反聖嬰現象有關聯，日本鰻玻璃鰻的全長在聖嬰年多在趨勢線的上方，在反聖嬰年時則多在趨勢線的下方；換言之，反聖嬰年的

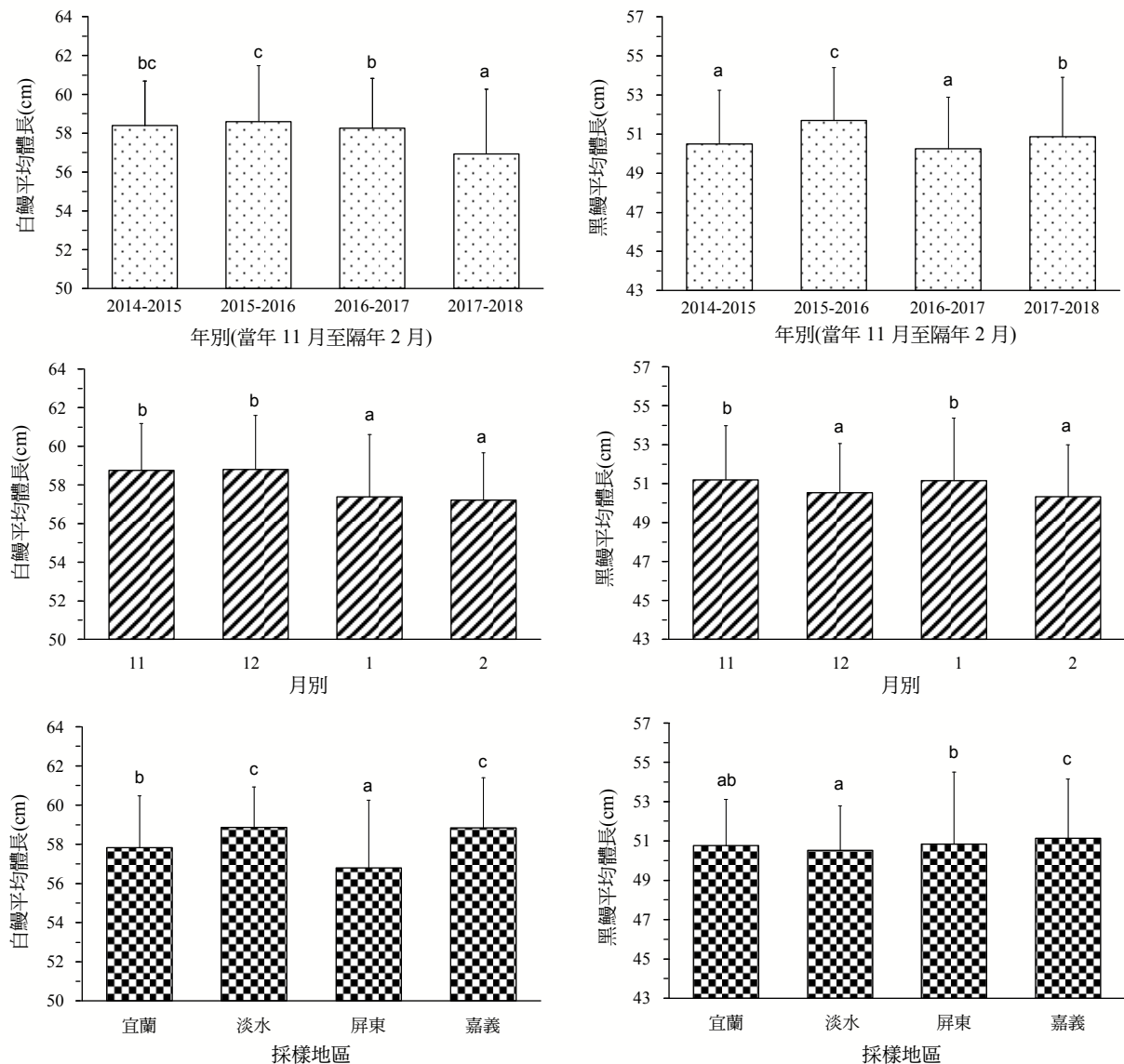


圖 5 不同年別、月別及產區之白鰻(日本鰻, $n = 1793$)與黑鰻(包括鱸鰻、太平洋雙色鰻等, $n = 2762$)的體長比較(平均值 $\pm$ 標準差, 標有不同英文字母者表極顯著差異, $p < 0.01$)





日本鰻玻璃鰻全長較其他年別為短，可能與柳葉鰻期較短有關。

最近，周 (2018) 研究發現，臺灣鰻線的平均日齡最短，而鴨綠江的日齡平均最長，從採樣點採集的玻璃鰻的平均日齡沿運輸距離皆呈上升趨勢。而何 (2012) 在日本鰻玻璃鰻的空間分析結果發現，鰻線體長隨緯度升高而增加，本研究的記錄顯示除西部的嘉義之外，屏東、宜蘭及淡水地區以相對緯度而言，鰻線體長分布亦有此現象，且有顯著的差異性存在。

在黑鰻方面，鱸鰻是地理分布最廣的物種，且具有一個以上的族群 (Watanabe, 2012)，西里伯斯鰻及太平洋雙色鰻則分別在 1982 及 1983 年在臺灣被發現 (Tzeng, 1982, 1983)，2011 年更確定了新種呂宋鰻也在臺灣沿海分布 (張等，2013)。分析本研究數據發現，黑鰻的捕獲量於不同年度、月份、採集地點上均有顯著差異 (圖 5)，這應與黑鰻大多為全年可採得且與其資源豐度有關，例如吳 (2012) 研究發現鱸鰻全年可生產，雙色鰻集中在 9 月至隔年 3 月，呂宋鰻生產於 7–9 月，而且鱸鰻主要溯河時期在夏季。

聖嬰現象與洋流輸送速度會影響柳葉鰻期的長短乃至鰻線到達河口時的體型，為比較各地所獲鰻線的形質差異，陳 (2016) 以太平洋雙色鰻為題材，檢視距離產卵場越遠，柳葉期越長，距離產卵場越近，則柳葉期越短的假說，發現北蘇拉維西地區的樣本平均柳葉期天數明顯小於其他地區，因此，推測太平洋雙色鰻極可能有一個以上的產

卵場區域，而臺灣可能會採集到兩個族群以上的太平洋雙色鰻鰻線。本研究分析黑鰻鰻線各年度體長，發現黑鰻鰻線在不同年別、月別及採集地均有顯著差異，顯示黑鰻鰻線可能因為族群及種類組成複雜，所以每年來游體型大小有較明顯的差異。

結語

本研究蒐集 2014–2017 年臺灣各主要鰻線生產河口域的鰻線撈捕資料，發現動力叉手網船所投入的硬體成本最高，而頭城式鰻線耙網投入成本最小，但每種漁法的作業時間會因為潮汐、海流及日落時間而有所改變，無需配合潮水漲退的漁法作業時間較久。各地區平均捕撈價格的差異不大，但就益本比而言，淡水和嘉義價格相對於其他地區穩定。

對照捕撈起始日期及單日最大量可發現，由屏東、嘉義到淡水的推移大致符合周 (2018) 提出鰻線由臺灣海峽流運送的屏東-淡水和藉沿岸流將鰻線運送到廣東的假說。由捕獲率加以比較各種漁法間的捕撈效益，最高者為 2016–2017 年的宜蘭動力叉手網，最低則是 2015–2016 年的屏東動力叉手網。

本研究中的嘉義張網及屏東定置網在大潮期間捕獲量高於中小潮，而不需依賴潮汐漲退的動力叉手網，在暗夜、月夜大潮及中小潮的個別捕撈比例相近。另外，根據體長分析可發現，臺灣的日本鰻線由南而北隨著緯度升高體長有越長的趨勢。





參考文獻

- 何敏 (2012) 日本鰻玻璃鰻體長之時空變異分析。國立臺灣大學漁業科學研究所碩士論文, 54 pp。
- 吳敬華 (2012) 四種鰻(日本鰻、鱸鰻、呂宋鰻、太平洋雙色鰻)其玻璃鰻在臺灣與菲律賓呂宋島的地理分布與種類組成的季節性變化。國立臺灣大學漁業科學研究所碩士論文, 49 pp。
- 李桂香 (2010) 臺灣地區日本鰻苗之資源管理。國立臺灣大學漁業科學研究所碩士論文, 103 pp。
- 周麗賢 (2018) 結合耳石日周輪與東亞沿岸流分析日本鰻苗的輸送路徑。國立臺灣大學漁業科學研究所碩士論文, 121 pp。
- 林旻翰 (2001) 秀姑巒溪鱸鰻鰻苗夏季上溯族群動態研究。國立清華大學生命科學研究所碩士論文, 55 pp。
- 張格銓、黃瀛生、劉富光 (2013) 台灣海域證實有西里伯斯鰻鰻線。水產研究, 21(1): 43-48。
- 郭河 (1994) 養鰻透視。水產出版社, 232 pp。
- 陳佩茵 (2016) 以耳石日周輪研究太平洋雙色鰻之早期生活史。國立臺灣大學漁業科學研究所碩士論文, 89 pp。
- 智玉龍、侯俊利、張濤、章龍珍、趙豐、楊剛、庄平 (2013) 長江口日本鰻鰻苗時空分布特征。生態學雜誌, 32: 2750-2755。
- 曾萬年 (1982) 記臺灣新紀錄之西里伯斯鰻鰻線。生命科學, 19: 57-66。
- Aoyama, J., Y. Tatsuki, S. Akira, S. Fumiaki, A. V. Yambot and Y. S. Han (2015) Seasonal changes in species composition of glass eels of the genus *Anguilla* (Teleostei: Anguillidae) recruiting to the Cagayan River, Luzon Island, the Philippines. Pacif. Sci., 69: 263-270.
- Bonhommeau, S., E. Chassot, B. Planque, E. Rivot, A. H. Knap and O. Le Pape (2008) Impact of climate on eel populations of the Northern Hemisphere. Mar. Ecol. Prog. Ser., 373: 71-80.
- Dekker, W. (2004) Slipping through our hand. Population dynamics of the European eel. PhD dissertation. Institute for Biodiversity and Ecosystem Dynamics, Univ. of Amsterdam.
- Guo, H., X. Zhang, Y. Zhang, W. Tang and J. Wu (2017) Effects of environmental variables on recruitment of *Anguilla japonica* glass eels in the Yangtze Estuary. China. Fish. Sci., 83: 333-341.
- Han Y. S. (2011) Temperature-dependent recruitment delay of the Japanese glass eel *Anguilla japonica* in East Asia. Mar. Biol., 158: 2349-2358.
- Han, Y. S., C. W. Chang, J. T. He and W. N. Tzeng (2001) Validation of the occurrence of short-finned eel *Anguilla bicolor pacifica* in natural waters of Taiwan. Acta Zool. Taiwan, 12: 9-19.
- Han, Y. S., W. N. Tzeng and I. C. Liao (2009) Time series analysis of Taiwanese catch data of Japanese glass eels *Anguilla japonica*: possible effects of the reproductive cycle and El Niño events. Zool. Stud., 48: 632-639.
- Hwang, S. D., T. W. Lee, I. S. Choi and S. W. Hwang (2014) Environmental factors affecting the daily catch levels of *Anguilla japonica* glass eels in the Geum River estuary, South Korea. J. Coas. Res., 297: 954-960.
- Jellyman, D. and P. Lambert (2003) Factors affecting recruitment of glass eels into the Grey River, New Zealand. J. Fish Biol., 63: 1067-1079.
- Jellyman, D., D. Booker and E. Watene (2009) Recruitment of *Anguilla* spp. glass eels in the Waikato River, New Zealand. Evidence of declining migrations? J. Fish Biol., 74: 2014-2033.
- Kimura, S., K. Tsukamoto and T. Sugimoto (1994) A model for the larval migration of the Japanese eel: roles of the trade winds and salinity front. Mar. Biol., 119: 185-190.
- Tesch, F. W. (2003) The eel (5th edition). Blackwell Publishing Company, 408 pp.
- Tsukamoto, K. (1992) Discovery of the spawning area for the Japanese eel. Nature, 356: 789-791.
- Tsukamoto, K. (2006) Spawning of eels near a seamount. Nature, 439: 929.
- Tzeng, W. N. (1985) Immigration timing and activity





- rhythms of the eel, *Anguilla japonica*, elvers in the estuary of northern Taiwan, with emphasis on environmental influences. Bull. Jpn. Soc. Fish. Oceanogr., 47: 11-28.
- Tzeng, W. N. and O. Tabeta (1983) First record of the short-finned eel *Anguilla bicolor pacifica* elvers from Taiwan. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish., 49: 27-32.
- Watanabe, S., J. Aoyama and K. Tsukamoto (2009) A new species of freshwater eel *Anguilla luzonensis* (Teleostei: Anguillidae) from Luzon Island of the Philippines. Fish. Sci., 75: 387-392.
- Watanabe, S. and M. J. Miller (2012) Species, Geographic Distribution, Habitat and Conservation of Freshwater Eels. Eels: Physiology, Habitat and Conservation, Chapter 1-44.
- Watanabe, S. and M. J. Miller (2012) Species, geographic distribution, habitat and conservation of freshwater eels. Eels: Physiology, Habitat and Conservation, 1-44.
- Zenimoto, K., T. Kitagawa, S. Miyazaki, Y. Sasai, H. Sasaki and S. Kimura (2009) The effects of seasonal and interannual variability of oceanic structure in the western Pacific North Equatorial Current on larval transport of the Japanese eel *Anguilla japonica*. J. Fish Biol., 74: 1878-1890.

