

鰻魚族群判別及漁況變動之研究

黃朝盛¹·林俊辰^{1*}·吳春基¹·陳守仁¹·謝勝雄¹·蘇偉成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行政院農業委員會水產試驗所

摘 要

本研究針對鰻魚之漁海況、漁場、漁獲物體長、年齡組成、資源動態及其遺傳結構等進行調查。結果顯示，2002 年鰻魚之主要漁場為由台灣海峽北部的東引向南延伸至大安、梧棲沿海，在漁撈作業上以巾著網、流刺網為最有效率之漁具。中國大陸之漁民使用中層拖網作業，為台灣 2002 年鰻魚漁獲量減少的主要原因之一。

台灣西部沿海漁獲之鰻魚以 3、4 歲魚為主群，雌魚體長大於雄魚。利用同功異構酶凝膠電泳法分析，可判別出其分屬本地群及洄游群兩個族群，而來游的鰻魚群與上海北部沿海捕獲者屬於同一洄游族群。另，從生殖腺指數及平均卵徑來看，發現非漁汛期捕獲之雌魚，以未達完全成熟階段者居多。未來必須加強管理，積極保護未成熟之鰻魚，才能達成資源永續利用之目的。

關鍵詞：鰻魚、資源動態、族群

前 言

鰻魚廣泛分佈於世界之熱帶與亞熱帶海域，自 42° N ~ 42° S 皆有其棲息的蹤影 (Thomson, 1964)。鰻魚在每年 11 月下旬至翌年 1 月下旬，會隨著大陸沿岸水洄游至台灣西海岸產卵 (Su and Kawasaki, 1995)，期間以冬至前後 10 天為盛漁期，其漁期雖短，卻為漁民帶來數億元以上的財富。

台灣對於鰻魚漁業、生態及資源方面，已有相當多的報告 (童, 1981; 徐與李, 1985; 蘇, 1986; 黃與蘇, 1989; Su and Kawasaki, 1995)。行政院農委會水產試驗所自 1966 年以來，即持續致力於鰻魚漁況之調查，在其種類、年齡與成長、生殖、資源狀態、漁場形成之機制及漁況變動之因子等已有初步瞭解。近年來，則配合氣象衛星漁場探測系統 (HRPT)，獲取台灣海峽的水溫分佈資料，積極進行漁海況預報模式之建立與應用。

影響鰻魚之漁獲量的因素有很多，包括資源量的變動、氣象因子及海況因子等，必須全面瞭解，才能有效掌握鰻魚之魚群動態。有鑑於此，筆者由 1986 年起，持續對鰻魚資源狀態 (包括鰻魚每年來游量之多寡、年齡組成、體型大小等) 及漁、海況，進行調查與監測，並發佈漁海況速報，提供漁民參考。

另外，由於從外部形態無法判定鰻魚族群，而 GPI 基因座在各種組織部位皆可發現，可將鰻魚區分洄游型及本地型之不同固定對偶基因。所以本研究選擇 GPI 基因座做為判定鰻魚族群之參考依據，利用同功異構酶凝膠電泳法加以分析及鑑別，希望能判別出洄游台灣西海岸及沿岸產本地群之鰻魚是否屬於同一族群，進而建立相關基礎資料，以作為資源評估與管理之依據，俾利達成鰻魚漁業永續發展之目的。

材料與方法

依黃與蘇 (1989) 的方法，進行以下的漁海況調查、生物調查及資料分析。

*通訊作者 / 高雄市前鎮區 806 漁港北一路 1~1 號, TEL: (07) 821-1833; FAX: (07) 821-8205; E-mail: j-c.lin@mail.tfrin.gov.tw

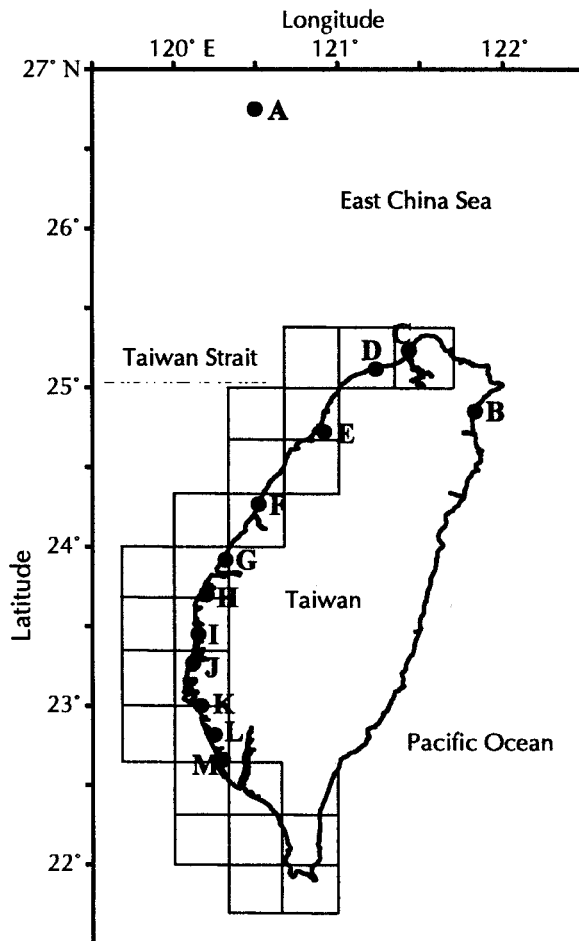


Fig. 1 Fishing grounds of grey mullet in Taiwan. A: Dungyin; B: Ilan; C: Tanshui; D: Taoyuan; E: Junan; F: Wuchi; G: Fangyuan; H: Taihsi; I: Dungshr; J: Beimen; K: Tainan; L: Jiading; M: Kaohsiung.

一、漁海況調查

- (一) 在東北部及西部沿海設置 32 個蒐集站，委請各區漁會協助蒐集漁獲與漁況資料。
- (二) 委請標本船填寫每航次漁海況資料調查表，調查項目包括漁獲量、表面水溫、氣溫、魚群洄游情形及作業地點等。
- (三) 利用行政院農業委員會水產試驗所 HRPT 接收台灣海峽廣大海域之水溫。

二、生物學調查

- (一) 自 2001 年 11 月 20 日至 2002 年 1 月 31 日之漁汛期間，至各魚市場採樣，當場測量體長、體重及分別採集各魚之胸鰭部位的鱗片 5 ~ 10 片。

- (二) 向標本船蒐集其分別於上海沿海 (雌 10 尾，雄 12 尾) 及高雄沿海 (雌 10 尾，雄 13 尾) 捕獲之鰻魚，急速冰藏後攜回本中心實驗室進行後續處理。包括：

1. 測量該 45 尾樣本魚之體長、體重與解剖魚體取出生殖腺及心臟等。
2. 利用萬能投影機判讀所採集共 414 尾鰻魚標本之鱗片的魚齡。

三、同功異構 凝膠電泳

- (一) 心臟組織置於 1.5 ml 微量離心管中，加入 2 ~ 3 倍重量之萃取液 [Tris/EDTA/NADP (0.1 mM Tris, 1mM Na₂EDTA, and 0.05 mM NADP, pH 7.0)]，以超音波研磨機在冰浴中進行萃取，研磨後之均質液，使用冷凍離心機在 4 °C 以 13500 rpm 離心 40 min。取上層液保存於 -75 °C 冷凍櫃中備用。
- (二) 選定適當的緩衝液系統、電壓、電流，進行樣本之水平電泳，並針對 GPI 同功酶進行染色、照相，以做族群判定之依據。

四、資料處理分析

- (一) 綜合標本船之漁況、水溫等漁海況資料及氣象資料，將鰻魚漁場劃分成 13 個漁區 (Fig. 1)，以分析鰻魚群之動態。
- (二) 生殖腺指數 (gonadosomatic index, GSI) = 生殖腺重 / 體重 × 100。
- (三) 單位努力漁獲量 (CPUE) = 漁獲量 (尾) / 漁獲努力量 (F)。
漁獲努力量 (F) = 作業天數 × 船艘數*
*依 Holden (1980) 方法換算，以巾著網船為標準。
- (四) 1996 ~ 2001 年之鰻魚體長及年齡資料，係歷年來於漁汛期間，前往魚市場調查之紀錄。

結果與討論

一、族群結構

由鰻魚之外部形態 (稚魚及成魚期之背鰭鰭條數、臀鰭鰭條數、尾叉長、體高、全長) 無法判定其族群，故本研究使用生物化學之方法，以同

功異構酶凝膠電泳法 (Jean *et al.*, 1995a, 1995b, 1995c) 進行分析，由 GPI-A* 基因座對偶基因的不同，來判定鱚魚之族群。結果發現，上海北部沿海與漁汛期時洄游至高雄沿海之鱚魚，其 GPI 基因型均為 GPI-A*100/100、GPI-B*100/100，屬於同一洄游族群。而本地群之 GPI 基因型為 GPI-A*135/135、GPI-B*100/100；雜交群之 GPI 基因型為 GPI-A*135/100、GPI-B*100/100 (Fig. 2)。

Huang *et al.* (2001) 指出，鱚魚各組織之 GPI 活性具有組織專一性。經同功異構酶凝膠電泳分析的結果發現，鱚魚的心臟 GPI 的表現可分為基因座 A 和 B (GPI-A*, GPI-B*)。而 GPI 基因座 A 上至少有兩個對偶基因，由對偶基因相對之酵素在澱粉凝膠電泳上的移動能力可將其命名分為 GPI-A*100 及 GPI-A*135 (以最常出現者為 100)。GPI-A* 可用來區分鱚魚的族群，本地型鱚魚所帶的基因型大多為 GPI-A*135/135，GPI-B*100/100 的同型結合子，而洄游型鱚魚的基因型則多為 GPI-A*100/100，GPI-B*100/100 的同型結合子。所以不同的族群在 GPI-A* 基因座上具有不同的固定對偶基因，洄游型鱚魚的固定對偶基因是 GPI-A*100，而本地型鱚魚的固定對偶基因是 GPI-A*135。

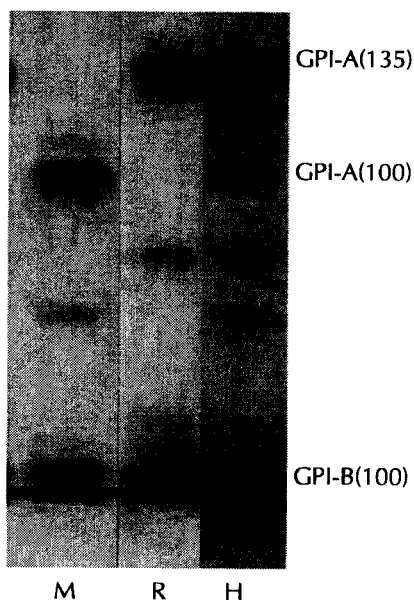


Fig. 2 Elelectrophoretic patterns of glucose-6-phosphate isomerase (GPI) measured in hearts of migratory (M), resident (R) and hybrid (H) adult grey mullet.

GPI 同功異構酶在受到環境壓力影響下，會依溫度的變化而改變其活性及穩定度 (Gillspie and Guttman, 1993)。依據筆者研究的結果顯示，基因型為 GPI-A*135/135 的本地型鱚魚稚魚，與基因型為 GPI-A*100/100 的洄游型鱚魚稚魚，分別在 19 °C 及 26 °C 下蓄養六個月後，兩者表現出來的基因型並未因環境溫度不同而改變 (Huang *et al.*, 2001)。由此可知鱚魚稚魚 GPI 基因座的表現並未受到環境的影響。因此，本地型鱚魚與洄游型鱚魚基因型不同的原因可能為：

(一) 環境適應的結果：

本地型鱚魚終年棲息在台灣附近水域，此一水域溫度較高，為適應較高水溫所以演化出不同的對偶基因。筆者實驗的結果發現，基因型為 GPI-A*135/135 的酵素穩定性較高，在 30 °C 下此一酵素仍具有活性，而基因型 GPI-A*100/100 的酵素則已無活性 (Huang *et al.*, 2000)。

(二) 始祖效應 (founder effect) 的結果：

推測本地型鱚魚是在最後一次冰河退去後才進入台灣水域，此一族群因某些因素而不洄游，卻保留此一不同的對偶基因。

(三) 種別不同：

此兩型鱚魚為不同種的鱚魚，因此具有不同的對偶基因。但此一推論較不可能，因為在稚魚的採樣中有非常多的稚魚的基因型為 GPI-A*135/100 的異型結合子，顯示此兩型鱚魚有基因交流的現象。

二、年齡組成及卵徑

1996 ~ 2002 年間共採集鱚魚標本 5,207 尾，由其年齡及體長組成變化 (Figs. 3, 4)，可發現來游之鱚魚以 3、4 歲魚所佔比例最高，體長則大多在 45 ~ 51 cm 之間，顯示鱚魚資源仍在合理開發範圍內，尚無過漁之虞。另，1996 ~ 2002 年係屬於歉漁年，惟在鱚魚的年齡組成方面，與黃與蘇 (1989) 於豐漁年期間的調查結果一致，亦即無論豐、歉漁年，洄游至台灣海域的鱚魚均以 3、4 歲魚為主群。

2002 年所測定的 414 尾樣本魚中，2 歲魚佔

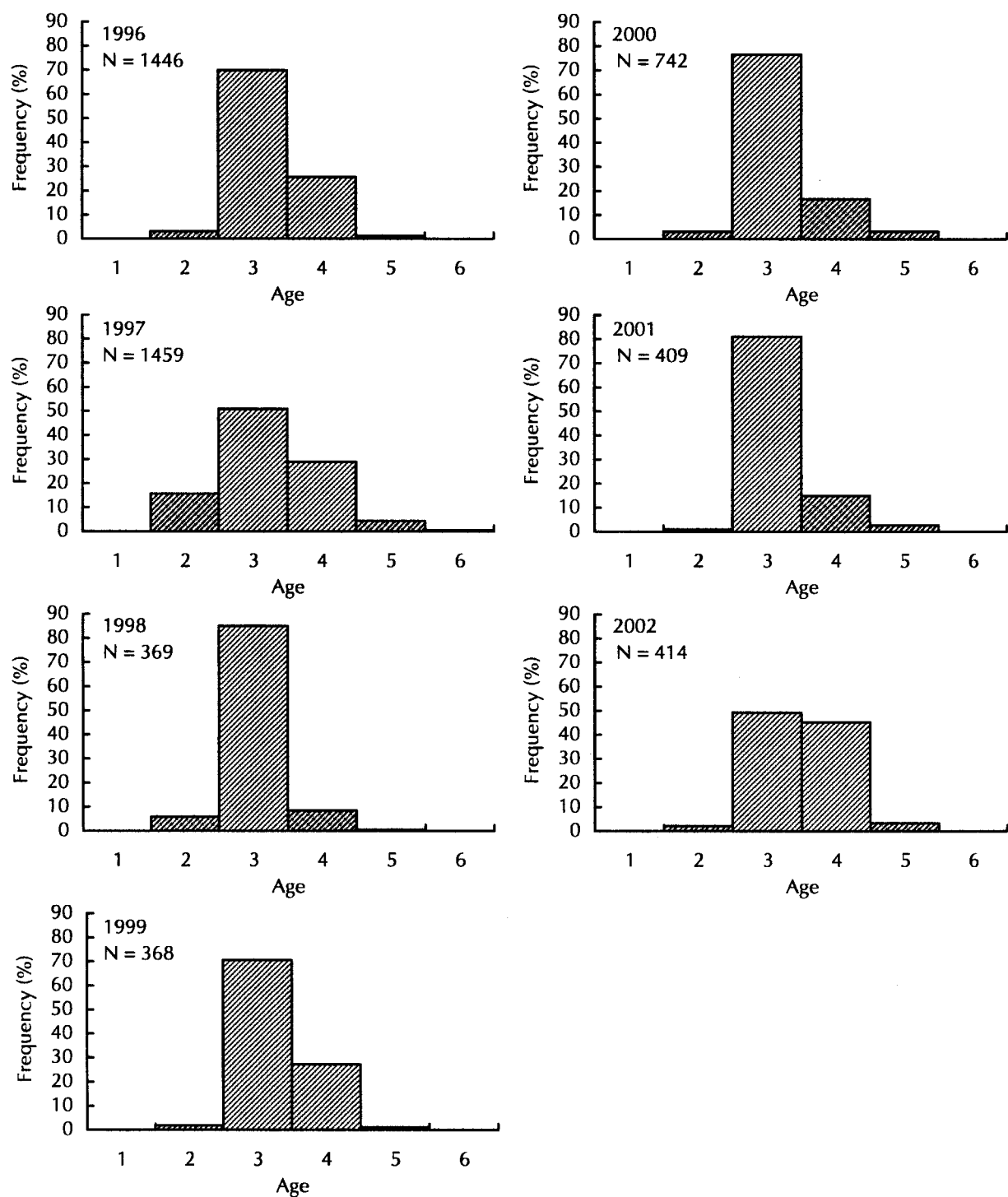


Fig. 3 Age composition of grey mullet caught in Taiwan from 1996 to 2002.

2.17%，體長為 37~42 cm，型量 (mode) 為 40 cm；3 歲魚佔 49.26%，體長為 43~50 cm，型量為 47 cm；4 歲魚佔 45.32%，體長為 49~55 cm，型量為 51 cm；5 歲魚佔 3.44%，體長為 55~60 cm，型量為 57 cm。雌魚體長大多比雄魚為大 (Fig. 5)。

鯔魚洄游至產卵場之過程中，雖然有時會混有未成熟之 2 歲魚，但絕大部分為成熟魚。Su and Kawasaki (1995) 觀察卵巢組織切片發現，洄游至台灣之鯔魚，其 GSI 需超過 9.9，平均卵徑在 0.65 mm 以上，才達完全成熟階段。本研究於高雄與上海沿

海各所採集之鱸魚標本的 GSI 及平均卵徑如 Table 1 所示。該些鱸魚均係隨著大陸沿岸水南下產卵，屬於同一洄游族群。上海沿海之標本魚在漁汛初漁期 (2001 年 11 月 20 日) 捕獲，其 GSI 為 4.4 ~ 12.6，卵徑為 0.50 ~ 0.70 mm，有許多仍未完全成熟，卵巢夾有血絲，品質不佳，影響製成烏魚子

之風味。至於漁汛盛漁期 (2002 年 1 月 2 日) 於高雄沿海捕獲之鱸魚，其 GSI 為 11.8 ~ 20.8，平均卵徑為 0.70 ~ 0.76 mm，均已達完全成熟階段。因此，無論是考量資源之永續利用或經濟效益，實不宜在漁汛初漁期以前加以捕撈。

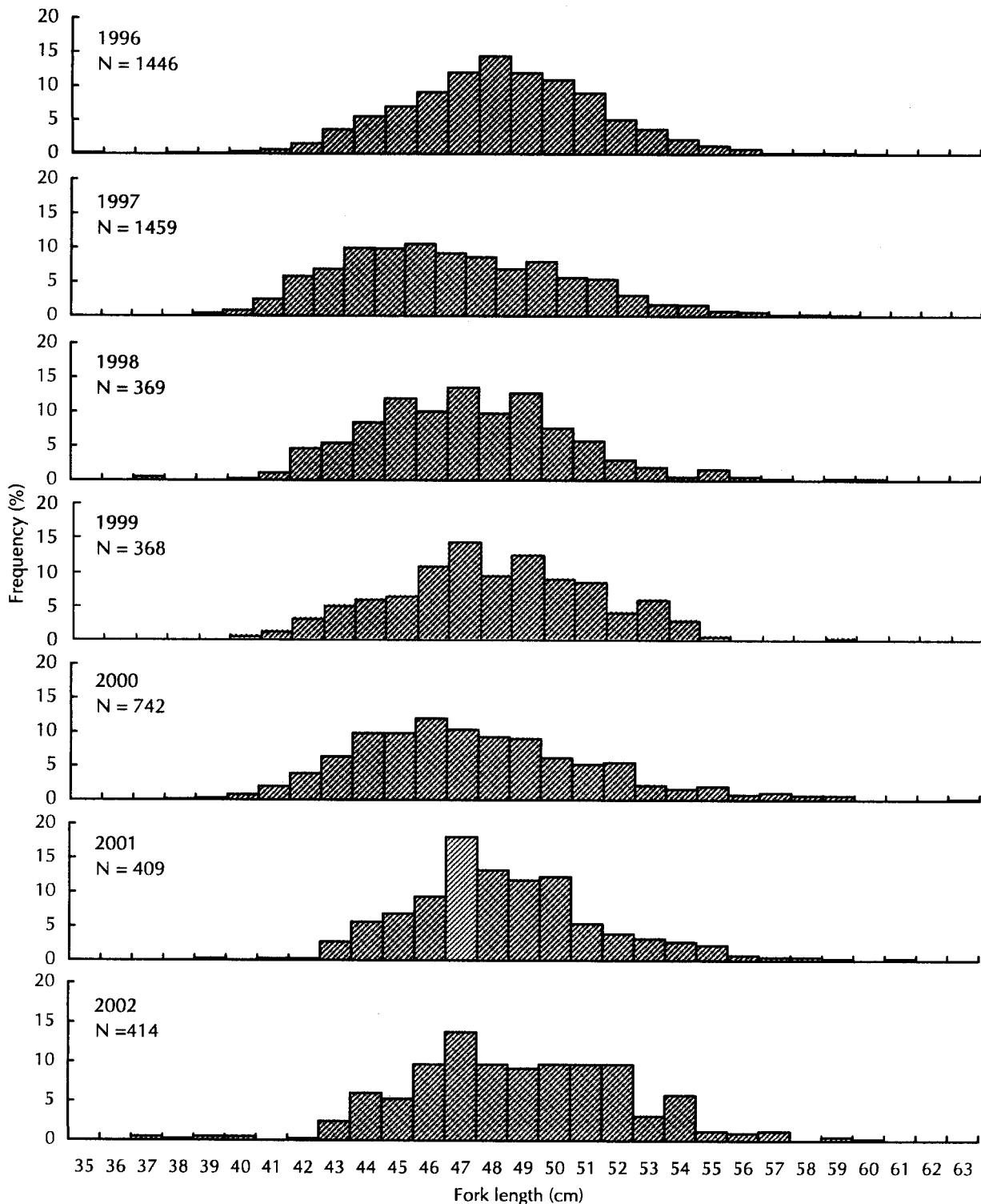


Fig. 4 Fork length composition of grey mullet caught in Taiwan from 1996 to 2002.

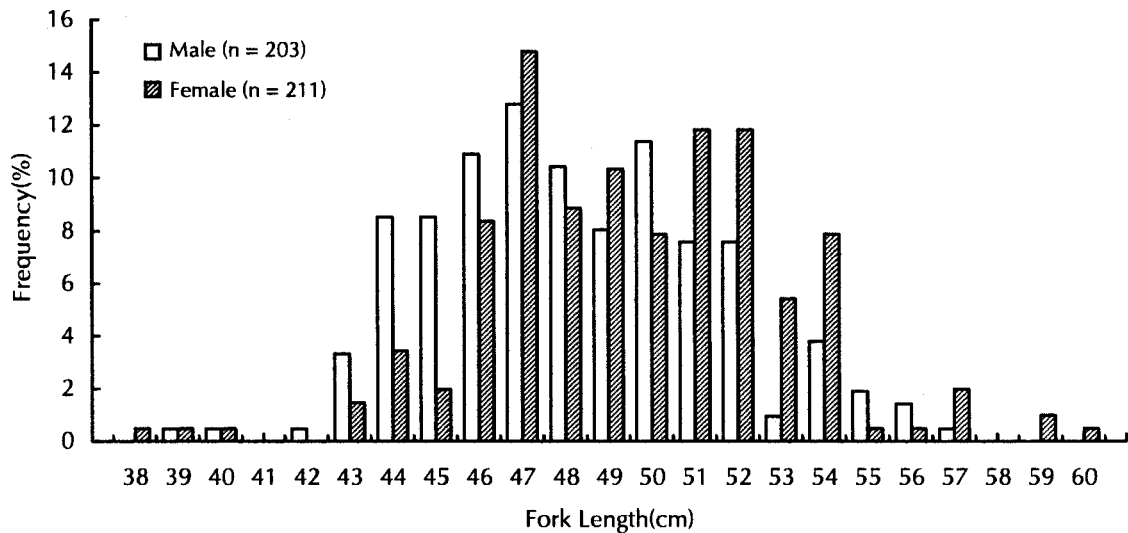


Fig. 5 Fork length composition of grey mullet caught in Taiwan waters in 2002.

Table 1 Gonadosomatic index (GSI) and mean diameter of oocytes of migratory grey mullet caught in different areas and at different times

Kaohsiung samples (2002.1.2)		Shanghai samples (2001.11.20)	
GSI	Mean (mm)	GSI	Mean (mm)
20.8	0.735	12.6	0.628
19.7	0.760	12.5	0.651
19.5	0.738	12.1	0.631
18.6	0.751	12.0	0.625
18.4	0.747	11.1	0.645
17.5	0.723	10.3	0.597
16.8	0.732	8.0	0.700
16.6	0.715	7.9	0.576
12.6	0.747	6.6	0.628
11.8	0.701	4.4	0.501

三、盛漁期水溫與漁況之關係

各漁場之海況分佈型態有一定的法則。當暖水與冷水交會時，會形成明顯的潮境，魚群為突破障壁，在冷水舌附近聚集，因而形成良好漁場(川合, 1975; 佐藤, 1977; Brown *et al.*, 1983; 為石, 1985; Kawai and Satoh, 1986)。

徐與李 (1985) 指出，鱸魚漁場的適宜水溫為 20 ~ 23.5 °C。來游的鱸魚群係沿著注入台灣海峽的大陸沿岸冷水南下，此一低溫之細長冷水舌於

新竹與台中之間的沿海一帶注入後，沿著西部海岸線向南延伸，愈南愈窄，與北上的黑潮支流交會，形成明顯的潮境，鱸魚群因潮境之阻隔而滯游，於冷水舌尖端一帶形成濃密魚群，而成為良好漁場。

根據黃與蘇 (1989) 之報告指出，1987 年 12 月 21 日衛星遙測海面水溫等溫線分布顯示，20 ~ 22 °C 之間的冷水舌於北門至茄苳沿海形成，在當年由 12 月 21 日至 31 日的盛漁期中，全台共計捕獲 337,261 尾鱸魚。

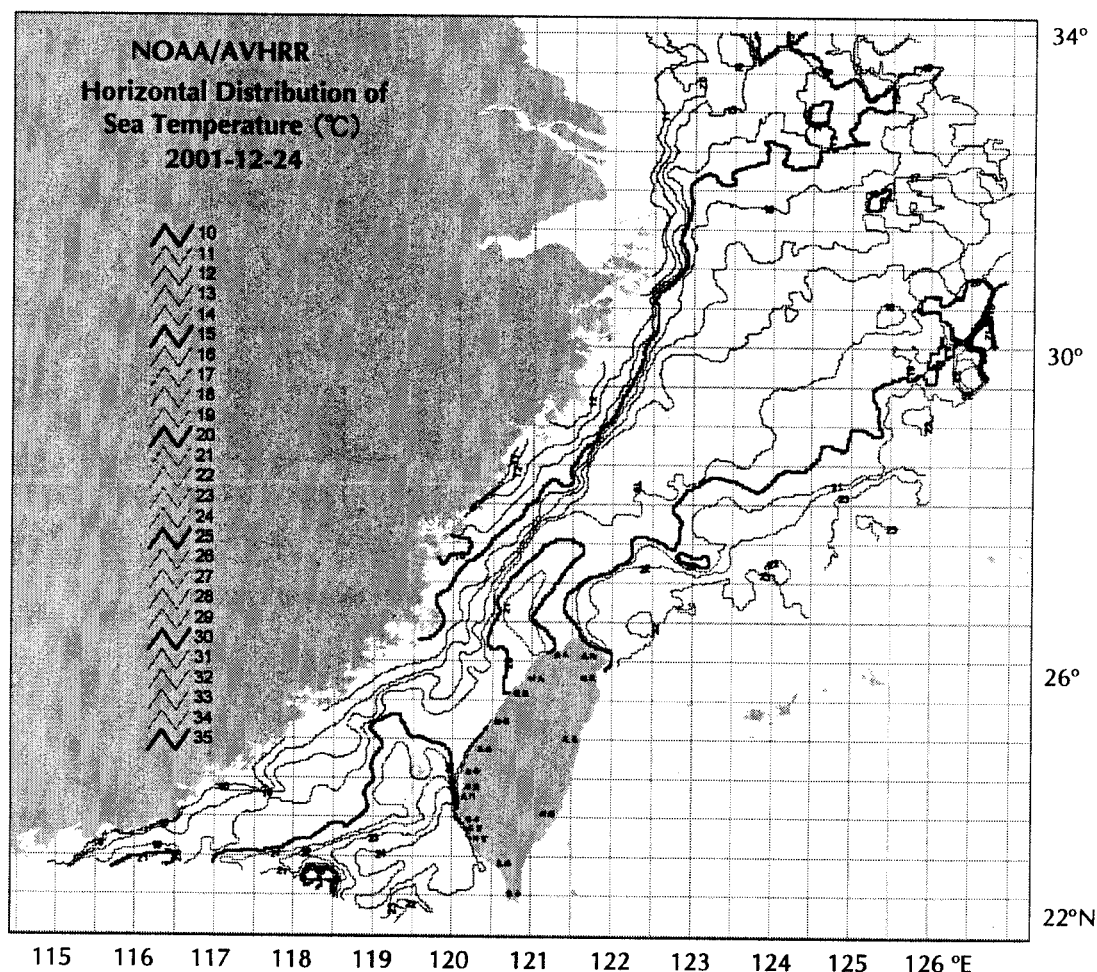


Fig. 6 NOAA/AVHRR-HRPT infrared image showing horizontal distribution of surface sea temperature.

由 2001 年 12 月 24 日 NOAA/AVHRR 衛星遙測海面水溫等溫線圖 (Fig. 6) 顯示，北部由淡水至後龍沿海之水溫約為 20~21 °C，而台南附近海域 20~23 °C 等溫線密集，因此由北門至安平沿海形成一冷水舌。根據鯔魚漁況日報統計，該年的盛漁期 (12 月 21 日至 31 日) 中，全台共計捕獲 173,945 尾鯔魚。與 1987 年相比，可發現漁獲量幾乎萎縮一半，且漁場有北移與縮小的現象。漁獲量的大幅減少，與中國漁民使用中層拖網作業，導致洄游至台灣海域的鯔魚群銳減有很大的關係；至於漁場的變動，究其原因，一來可能是受到全球溫室效應的影響；二來根據中央氣象局資料顯示，2001 年為暖冬年，高雄沿海水溫高達 24 °C 以上，以致冷水舌無法伸入茄萣沿海，而使漁場偏北。

四、漁具別漁況變化

捕撈鯔魚之漁具皆以網具為主，一般有巾著網、流刺網、定置網及中層拖網。其中，巾著網漁船機動性強，不受漁區限制，作業漁場涵蓋整個鯔魚洄游海域；流刺網漁船以分散的魚群為對象，作業漁場廣泛分佈於沿岸至外，兩者可說是鯔魚的漁獲主力。根據各區漁會統計結果 (Fig. 7)，2002 年台灣的鯔魚捕獲量，以流刺網最多，達 263,372 尾 (佔總漁獲量 71.7 %)，其次為巾著網的 91,018 尾 (佔總漁獲量 24.5 %) 與中層拖網的 12,919 尾 (佔總漁獲量 3.5 %)。至於定置網則以近岸處為作業漁場，漁獲量極少。

過去，台灣大部分的鯔魚均為巾著網捕獲，以 1986~1988 年為例，其捕獲量即約佔鯔魚總漁獲

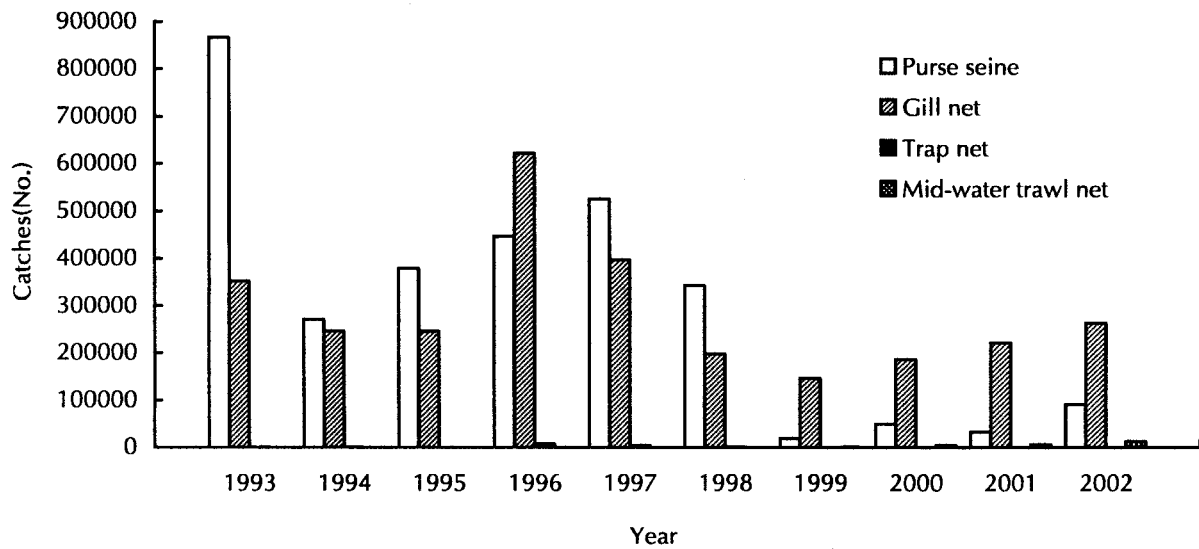


Fig. 7 Catches of grey mullet using various fishing gears in Taiwan waters between 1993 and 2002.

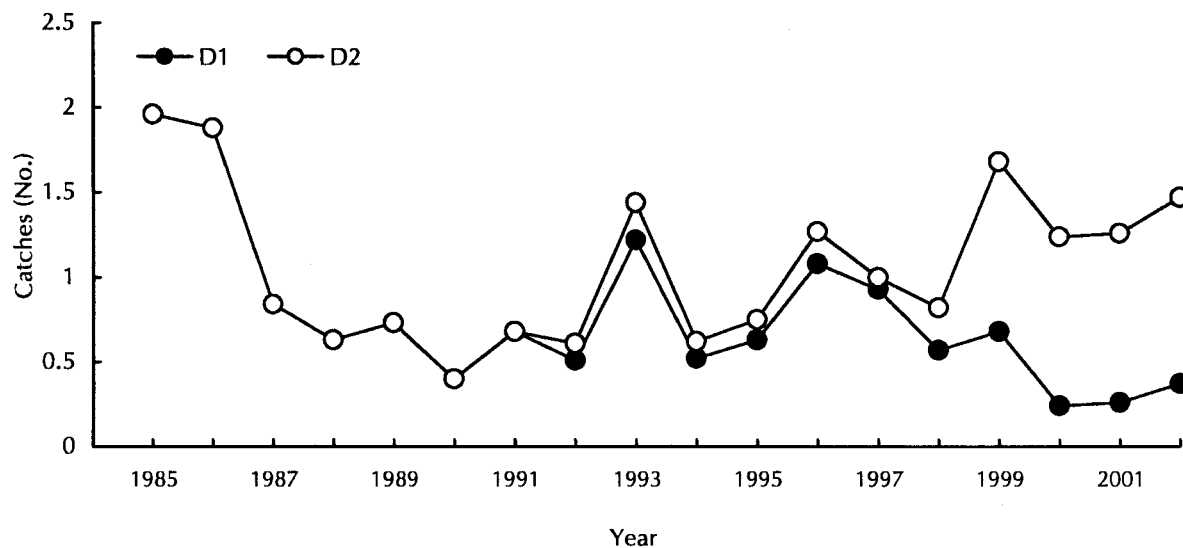


Fig. 8 Annual catches (D1) and predicted catches (D2) of grey mullet from 1985 to 2002. D1: catches sold in Taiwan markets; D2: D1 + catches by mainland Chinese boats + catches sold privately.

量的 87% 以上 (黃與蘇, 1989)。然自 1998 年以後, 巾著網的重要性逐年下降。1998 年, 其捕獲量約佔總漁獲量 60.4%; 1999 年遽降至 11.3%; 2002 年則僅及總漁獲量的四分之一。推測其原因, 可能係受到自 1999 年起, 中國的漁民開始使用中層拖網作業所影響。

中國的漁船通常在漁汛初期即由上海北部沿海尾隨鰻魚群南下至馬祖北部沿海, 沿途均以中層拖網撈捕鰻魚, 導致洄游至台灣沿海之鰻魚群大幅銳減, 且鰻魚群因為受到驚嚇而四散, 不利

巾著網船作業, 因而間接造成流刺網船漁獲量的增加。

根據標本船指出, 自 2001 年 11 月 15 日起至 12 月 15 日止, 共約有 500 組中國中層拖網船在該些海域作業。而在該年漁期中, 鰻魚總漁獲量約 147 萬尾, 其中台灣之漁獲量約 37 萬尾, 其餘 110 萬尾皆被中國漁民以中層拖網所捕獲 (Fig. 8)。

五、CPUE 的變化

鰻魚廣泛分佈於世界之熱帶與亞熱帶的海域

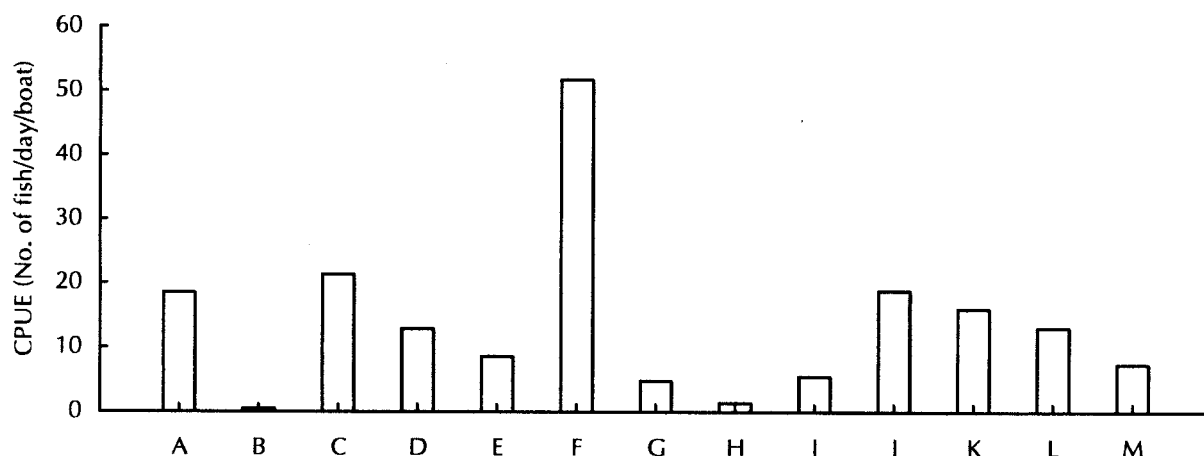


Fig. 9 Regional variations of catches per unit effort (CPUE) for grey mullet caught in Taiwan in 2002. A: Dungyin; B: Ilan; C: Danshuei; D: Taoyuan; E: Jubei; F: Wuchi; G: Fangyuan; H: Taishi; I: Dungshr; J: Beimen; K: Tainan; L: Jiading; M: Kaoshiung.

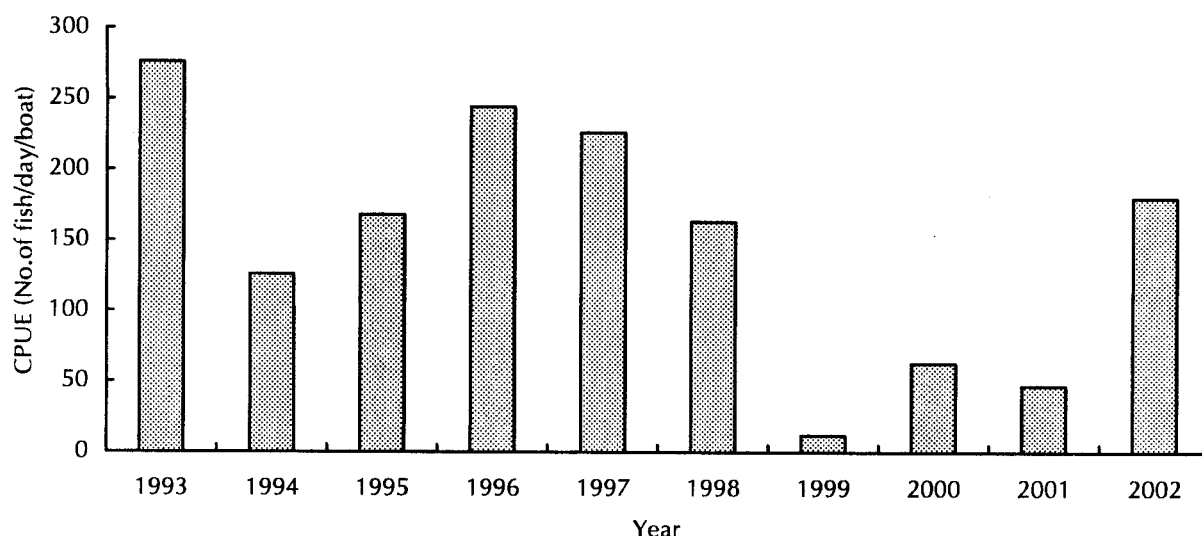


Fig. 10 Annual catches per unit effort (CPUE) of grey mullet caught in Taiwan waters between 1993 and 2002.

(Thomson, 1964)。洄游於台灣西海岸之鰻魚，其主要漁場分佈於西北部的新竹至西南部屏東恆春沿海，水深 50 公尺以淺之海域 (黃與蘇, 1989)。由 2002 年本研究劃分 13 個漁區的 CPUE (Fig. 9) 顯示，以梧棲沿海之 51.7 尾/日/船組為最高，而以宜蘭沿海之 0.34 尾/日/船組最低，可知 2002 年主要漁場分佈於東引至大安梧棲沿海，其漁獲量約佔全年總漁獲量的 62.96 %。另由 1993 年至 2002 年 CPUE 之年變化來看 (Fig. 10)，在 1998 年以前，每年 CPUE 皆在 120 尾/日/船組以上。

鰻魚漁況之良窳，主要受海況之影響，天氣穩定，有持續之冷鋒來襲，促使大陸沿岸水南下，形成冷水舌，鰻魚大量密集，於台灣海峽南部作業容易而造成大豐收；反之，天氣不穩定，氣溫偏高，缺乏冷高壓南下，大陸沿岸水南下勢力衰弱而不易形成冷水舌，導致漁況不佳。而自 1999 年以後，中國漁民在漁汛初期，即使用中層拖網，自上海北部沿海隨著魚群南下至馬祖北部沿海捕撈鰻魚，因此南下洄游至台灣海峽之鰻魚群減少，CPUE 亦隨之下降，其中以 1999 年最低，只

有 12 尾/日/船組，而 2002 年 CPUE 又達 180 尾/日/船組 (Fig. 10)，其主要原因乃由於中國漁民在初漁期已捕獲約 110 萬尾鰻魚，致我國的漁民提早結束漁期，作業天數減少，只有 37 天，巾著網作業船數亦只有 19 組而已，因此 2002 年 CPUE 急速上升。

六、氣溫與漁況關係

童 (1981) 認為鰻魚主要漁場之水深大多在 50 公尺以淺之海域，且漁況變動與天氣有密切關係。根據黃與蘇 (1989) 分析鰻魚漁獲量與氣溫、氣壓、降水量之關係顯示，鰻魚漁獲量與高雄 10 月份最低平均氣溫有顯著關係，即當高雄 10 月份最低平均氣溫愈低則漁況愈佳；其原因乃冷氣團較早南下，致使鰻魚群提早洄游至台灣西南部海域。如 1985 年高雄 10 月份最低平均氣溫為 23.3 °C，當年鰻魚之漁獲量高達 196 萬尾；而 2001 年高雄 10 月份最低平均氣溫為 25.3 °C，當年鰻魚漁獲量只有約 37 萬尾。近年來鰻魚漁獲量並不穩定，且鰻魚洄游路徑不明，因此未來對於鰻魚資源之監測及其變動因子仍有待持續加以研究，同時未來應與中國大陸當局協商，兩岸共同合作，加強管理，保護未成熟之鰻魚，以達鰻魚資源之永續利用；並可藉由標識放流的方式，以解明鰻魚之洄游路徑。

七、漁況的長期變動趨勢

由 1985 ~ 2002 年鰻魚漁獲量的變動 (Fig. 8) 來看，顯示鰻魚漁獲量並無明顯的規則性變化，然而 1989 ~ 2002 年間，只有 1993 年及 1996 年超過百萬尾的豐漁水準，其他年度均屬歉魚年。漁業資源變動有周期性 (宋, 1977)。Su and Kawasaki (1995) 認為亦有此現象，宋 (1977) 指出每隔四年約有一次豐漁年，即為農曆閏年的前一年，陳 (1989) 依據 16 年 (1966 ~ 1981) 的資料則認為漁況呈不規則型。然而由 1985 ~ 2002 年鰻魚漁獲量變動，筆者認為應該分成兩個階段來看，1985 ~ 1997 年，由於漁船機動力大，對講機設立，故漁況之好壞，完全取決於天氣的因素而定。而 1998 ~ 2002 年，中國漁民使用中層拖網撈捕鰻魚年漁獲量達 25 ~ 110 萬尾，且台灣的巾著網船組數由 34 組降至 19 組，漁獲努力量減少，致使我國的烏魚漁獲量大為減少。因此，除了天氣因素，仍須考慮人為的因素。

根據 Stommel (1963) 指出，在生物統計方面，漁海況變動有周期性，然而每日周期的資料要 40 天，每月則需 40 個月，每季的則需 10 年，每 4 年周期的需 40 年的資料，方能進行分析及推估其周期性。而鰻魚屬於季節變動，因此若鰻魚之周期為 4 年以上，至少需要 40 年以上的資料，才能找出其周期性。此外，由於全球氣候的變遷及中國大陸漁民大量捕撈鰻魚，漁況變動甚大，因此未來除了與大陸當局協商共同管理鰻魚資源，否則很難找出鰻魚漁況之周期性。

謝 辭

本報告得以順利完成，有賴本所企劃資訊組曾振德先生提供衛星海面水溫資料；試驗期間並承本中心同仁洪國軒先生、潘惠婉小姐、陳秋月小姐鼎力協助，謹此特申謝忱。

參考文獻

- 川合英夫 (1975) 海洋環境のとりえ方，海洋生物資源環境，日本東京大學出版，5-20。
- 宋薰華 (1977) 64 年度鰻魚之漁況與生物調查研究，台灣省水產試驗所報告，28: 123-133。
- 佐藤佑二 (1977) 道東、三陸沖漁場、イワシ、アジ、サバまき網漁業，日本，恒星社厚生閣，107-121。
- 爲石日出生 (1985) 漁業に関する衛星リモートセンシングの應用，日本リモートセンシング學雜誌，5: 235-253。
- 徐崇仁，李燦然 (1985) 從衛星紅外線影像研判台灣海峽冬季之海況動態 - 兼論其與烏魚漁場形成的關係，台灣省水產會刊，12(2): 98-122。
- 陳文義 (1989) 台灣產鰻魚漁況與氣象因素之關係，台灣省水產會刊，9(2): 48-54。
- 黃朝盛，蘇偉成 (1989) 台灣西海岸鰻魚漁況變動之研究，台灣省水產會刊，16(1): 47-83。
- 童逸修 (1981) 台灣產鰻魚之漁業生態及資源，台大漁業生物試驗所報告，3(4): 38-102。
- 蘇偉成 (1986) 1983-1985 年台灣海域鰻魚資源調查研究，水產試驗所試驗報告，單行本，83pp。
- Brown, O. B., D. B. Olson, J. W. Brow and R. H. Evas (1983) Satellite infrared observation of the kinematics of a warm-core ring, Aust. J. Mar. Freshw. Res., 34: 535-545。
- Gillspie, R. B. and S. I. Guttman (1993) Correlations between water quality and frequencies of allozyme

- genotypes in spotfin shiner (*Notropis spilopterus*) populations. Environ. Pollut., 81: 147-150.
- Holden, M. J. (1980) The collection of catch and effort statistics. FAO Fisheries Circular 730, 63 pp.
- Huang, C. S., C. F. Weng and S. C. Lee (2001) Distinguishing two types of grey mullet, *Mugil cephalus* L. (Mugiliformes: Mugilidae), by using glucose-6-phosphate isomerase (GPI) allozymes with special reference to enzyme activities. J. Comp. Physiol., B 171: 387-394.
- Jean, C. T., S. C. Lee, C. F. Hui and C. T. Chen (1995a) Tissue-specific isozymes in fishes of subfamily Sparinae (Perciformes: Sparidae) from the coastal waters of Taiwan. Zool. Stud., 34: 164-169.
- Jean, C. T., S. C. Lee, C. F. Hui and C. T. Chen (1995b) Phylogenetic relationships among fish of the subfamily Sparinae (Perciformes: Sparidae) from the coastal waters of Taiwan. Zool. Stud., 33: 49-53.
- Jean, C. T., S. C. Lee, C. F. Hui and C. T. Chen (1995c) Variation in mitochondrial DNA and Phylogenetic relationships of fishes of subfamily Sparinae (Perciformes: Sparidae) from the coastal waters of Taiwan. Zool. Stud., 34: 270-280.
- Kawai, H. and S. Satoh (1986) Secondary fronts, warm tongues and warm streamers of the Kuroshio Extension system. Deep-Sea Res., 33: 1487-1507.
- Stommel, H. (1963) Some thoughts about planning the Kuroshio survey. Proc. Sympo. Kuroshio Oceanogr. Soc. Japan & Unesco., 22-23.
- Su, W. C. and T. Kawasaki (1995) Characteristics of the life history of grey mullet from Taiwanese waters. Fish. Sci., 61(3): 377-381.
- Thomson, J. M. (1964) A bibliography of systematic references to the grey mullets (Mugilidae). Div. Fish. Oceanogr., CRIRO, Tech. Pap., 16: 1-127.

Population Differentiation and Variation of Fishing Conditions for Grey Mullet (*Mugil cephalus*) in Taiwan

Chao-Sheng Huang¹, Jiun-Chern Lin^{1*}, Chuen-Chi Wu¹, Shou-Ren Chen¹
Sheng-Hsiung Hsieh¹ and Wei-Cheng Su²

¹Coastal and Offshore Resources Research Center, Fisheries Research Institute

²Fisheries Research Institute

ABSTRACT

This paper reports detailed information about fluctuations in catches of grey mullet (*Mugil cephalus*) in relation to oceanographic conditions in the waters west of Taiwan. The fishing ground for grey mullet was primarily located in the coastal waters from Tungyin to Wuchi. Gill nets and purse seines are the most-effective fishing gear used for catching grey mullet. Reasons for decreases in the catches of grey mullet were bad sea conditions and increased catches by mid-water trawl nets used by mainland Chinese fishermen.

The ages of grey mullet captured this year were mostly 3 and 4 years old. In addition, females were usually larger than males. The resident and migratory grey mullet in the western waters of Taiwan cannot be separated morphologically. Allozyme analysis was applied to estimate genetic variation between the two localities of migratory grey mullet and to test whether they belong to the same population. The gonadosomatic index and the mean of oocyte diameter of the migratory types of grey mullet in the fishing period were greater than those which were not caught in the fishing period.

Key words: grey mullet, *Mugil cephalus*, resource development, population

*Correspondence: 1-1 North 1st Rd., Chien Chen Fishing Harbour, Kaohsiung 806, Taiwan. TEL: (07) 821-8104; FAX: (07) 821-8205; E-mail: j-c.lin@mail. tfrin.gov.tw