

澎湖內灣海域物種季節組成及多樣性變化之研究

陳律祺、冼宜樂、鍾金水、林金榮

水產試驗所澎湖海洋生物研究中心

前言

澎湖群島由將近一百個大小不同的島嶼所組成，總面積大約 127 km² (蔡及梁，2008)，擁有廣闊的潮間帶及珊瑚礁。澎湖周邊海域的海底地形多變，加上季風吹送流的作用下，產生之湧升現象帶來大量的營養鹽，因此擁有豐富且多樣的漁業生物資源。其中澎湖本島主要是由馬公市、湖西鄉、白沙鄉及西嶼鄉所組成，而澎湖內灣海域即是指位在本島中間之半封閉海域，其面積約為 60 km²。內海與周邊海域深度變化明顯不同，內海水深大多在 15 m 以淺，由於位處內灣且深度較淺又受部分陸地遮掩，故受季風、海浪、海流之影響較小，形成海洋生物良好的生活與棲息場所，同時也是澎湖當地沿岸漁業及近海漁船活動頻繁之海域 (蔡及胡，1986、張等，1993)。過去對於澎湖周邊海域已有許多相關研究，舉凡魚類相、海洋環境、生態及資源量、物種組成等之調查研究皆已被多所著墨；相形之下，澎湖內灣海域的相關研究仍然相當缺乏，迄今僅在生物分類及資源量方面有少數的調查報告發表，至於探討澎湖內灣海域海洋生物群落結構與多樣性之季節變化，則幾乎完成闕如。本研究主要目的即在建立其相關基礎資料，以作

為進一步研究或當地漁政主管機關執行或調整漁業管理政策之參考。

材料與方法

一、樣本蒐集

本研究使用澎湖海洋生物研究中心所屬之工作小艇，自 2015 年 1 月起至 12 月止，逐月於澎湖內灣海域所設置之 7 個站點進行生物採集 (圖 1)，其中部分網次因冬季 (1、2、12 月) 期間海況不佳無法作業，而總計共布放 77 網次，採集方式為在各站點敷設單層底刺網 (網目大小為 5.5 cm、網長為 1,056 目、網深為 17 目)，施放後靜置 24 小時起網，並將所採獲之漁獲物攜回實驗室進行鑑定

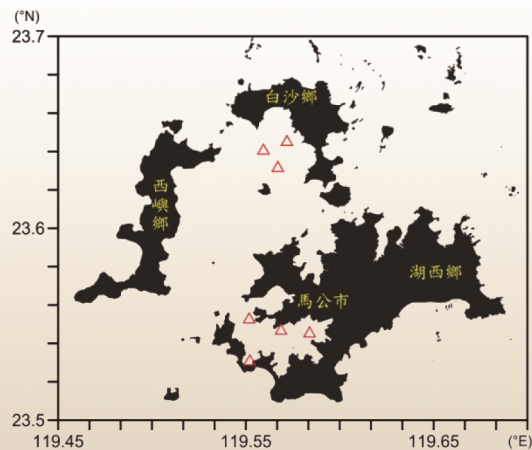


圖 1 生物採樣站點位置圖 (△)

(儘可能鑑定至其分類地位最低層級) 及基礎生物學資料量測 (體長、體重、甲殼寬及甲殼長)。

二、樣本處理

採樣生物之生物分類地位及中英文學名則依據沈 (1993)、陳 (2003)、冼及鄭 (2005) 等之圖鑑作為鑑定之依據。體長及體重之量測則分別精準至 0.01 cm 及 0.01 g。

三、資料分析

(一) 物種相對重要性指數

本指數原先用於計算各類餌料生物的重要性，藉以強調其主要食物來源 (Pinkas et al., 1971; Clark, 1985)。而今也有學者以其之作為海域中物種在其生物群聚 (群落) 中之相對重要性的衡量指標，並定義該指數範圍之意義。公式如下：

$$IRI = (N + W) \times F$$

N：為某一物種個數佔總數的百分比 (%)；

W：為某一物種重量佔總重量的百分比 (%)；

F：為某一物種在該海域或漁法作業中的出現頻率 (%)

(二) 生物多樣性指數

1. 歧異度 (diversity) 指標

主要用於比較同一地區物種群聚結構在不同時間上的變化，或在同一時期不同地區間物種組成之差異，本研究利用生物量計算生物多樣性指數，以 Shannon and Weaver (1963) 多樣性指標 H' 來估計，公式如下：

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \times \log_2 P_i$$

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

H' ：歧異度指標；

N：各季所有物種之生物量；

n_i ：種類 i 於該季之生物量；

s：該季物種種類數

2. 均勻度 (evenness) 指標

主要是指物種間數量的接近程度，若均勻度指數越高，則表示生物在各種類的數量分布越均勻 (Pielou, 1966)，計算公式如下：

$$J = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

$$H'_{\max} = \log_2 S$$

H' ：Shannon diversity index；

S：該季物種種類數

3. 豐富度 (richness) 指標

豐富度指數越高，表示物種種類越豐富，計算公式如下：

$$D = \frac{S - 1}{\log_2 N}$$

S：該季物種種類數；

N：該季所有物種數量

(三) 群落季節變動指數 (AI) 與遷移指數 (MI)

利用群落季節變動指數 (replacement index, AI) 與遷移指數 (migratory index, MI) 藉以比較海域中各季節物種改變之情況 (劉等, 2014)，計算公式如下：

$$AI = \frac{C + B}{A - R} \times 100$$

$$MI = \frac{C - B}{A - R} \times 100$$

A：各季實際物種數；

B：本季遷出物種數；

C：本季新遷入物種數；

R：全年均出現的物種數

結果與討論

一、澎湖內海海域物種組成

研究期間共採獲 44 科 71 種 870 隻海洋生物（其中一種大眼蟹屬僅鑑定至屬之層級），計有魚類 45 種、蟹類 22 種、頭足類 1 種、蟹 1 種、蝦蛄 1 種及龍蝦 1 種，其中以魚類及蟹類為大宗（表 1）。2015 年澎湖內灣海域前十大優勢物種分別為看守長眼蟹（17.93%）、異齒蟬（16.78%）、遠海梭子蟹（9.54%）、正直愛潔蟹（5.86%）、中國單棘魷（4.60%）、貧齒扁魚（4.25%）、古氏土魷（3.10%）、六斑刺河魷（2.99%）、虎斑烏賊（2.76%）、赫氏蟬（2.53%）及日本牛尾魚（2.30%）。而第一季前三大優勢物種為異齒蟬（25.71%）、古式土魷（11.43%）、遠海梭子蟹與虎斑烏賊（9.71%）；第二季為異齒蟬（25%）、遠海梭子蟹（10.8%）、中國單棘魷（7.39%）；第三季為看守長眼蟹（19%）、異齒蟬（12.57%）、正直愛潔蟹（10.23%）；至於第四季則為看守長眼蟹（36.72%）、遠海梭子蟹（12.99%）、異齒蟬（7.91%）（圖 2）。由結果發現，澎湖內海海域物種組成會隨季節而變化。

二、澎湖內海海域重要物種

利用相對重要性指數分析 2015 年澎湖內海海域前十大相對重要物種。結果顯示，以看守長眼蟹（6809.15）最重要，其次為遠海梭子蟹（5117.19）、異齒蟬（3674.96）、虎斑烏賊（756.39）、正直愛潔蟹（733.64）、貧齒扁魚（648.04）、古式土魷（553.80）、中國單棘魷（503.70）、六斑刺河魷（360.25）、黑鯛（147.86）。第一季前三大重要物種為虎斑烏賊（10761.81）、古式土魷（9830.95）、異齒

表 1 2015 年澎湖內灣海域漁獲物種表

魚	類	蟹	其 他
玳瑁石斑魚	花身雞魚	遠海梭子蟹	虎斑烏賊
青石斑魚	腹紋白點河魷	鏽斑蟬	中國蟹
點帶石斑	六斑刺河魷	顆粒蟬	蝦蛄
豹鰐	日本水滑	異齒蟬	錦繡龍蝦
橫紋鰐	金線魚	赫氏蟬	
魷鯛	黃尾瞻星魚	看守長眼蟹	
黑鯛	臭都魚	善泳蟬	
黃錫鯛	古氏土魷	香港蟬	
黃鰭鯛	鰻鯨	雙額短槳蟹	
龍鬚簍魷	曳絲鑽嘴魚	晶瑩蟬	
魔鬼簍魷	青嘴龍占	鈍齒短槳蟹	
日本毒魷	鰩	正直愛潔蟹	
日本牛尾魚	寒鯛	繡花脊熟若蟹	
印度牛尾魚	高背鰩	光手滑面蟹	
中國單棘魷	長蜥魚	雙角互敬蟹	
曳絲單棘魷	貧齒扁魚	日本絨球蟹	
星斑沙鯪	三斑天竺鯛	大眼蟹屬	
青沙鯪	日本鬚鯪	強壯菱蟹	
黑星笛鯛	黃鰻鰩	阿氏強蟹	
縱帶笛鯛	白吻雙帶立旗鯛	四齒關公蟹	
星雞魚	圓翅燕魚	漢氏勞綿蟹	
細鱗石鱸	長印魚	逍遙鰻頭蟹	
巨金梭魚			

蟬（3841.13）；第二季為異齒蟬（11190.08）、遠海梭子蟹（5926.94）、中國單棘魷（1982.30）；第三季為看守長眼蟹（12045.90）、正直愛潔蟹（5990.98）、遠海梭子蟹（5496.28）；第四季為看守長眼蟹（53581.38）、遠海梭子蟹（11352.09）、異齒蟬（966.69）（表 2）。由結果可知，澎湖內海海域重要物種同樣會隨季節推移而有所變化，而 2015 年全年之重要物種則為看守長眼蟹、遠海梭子蟹及

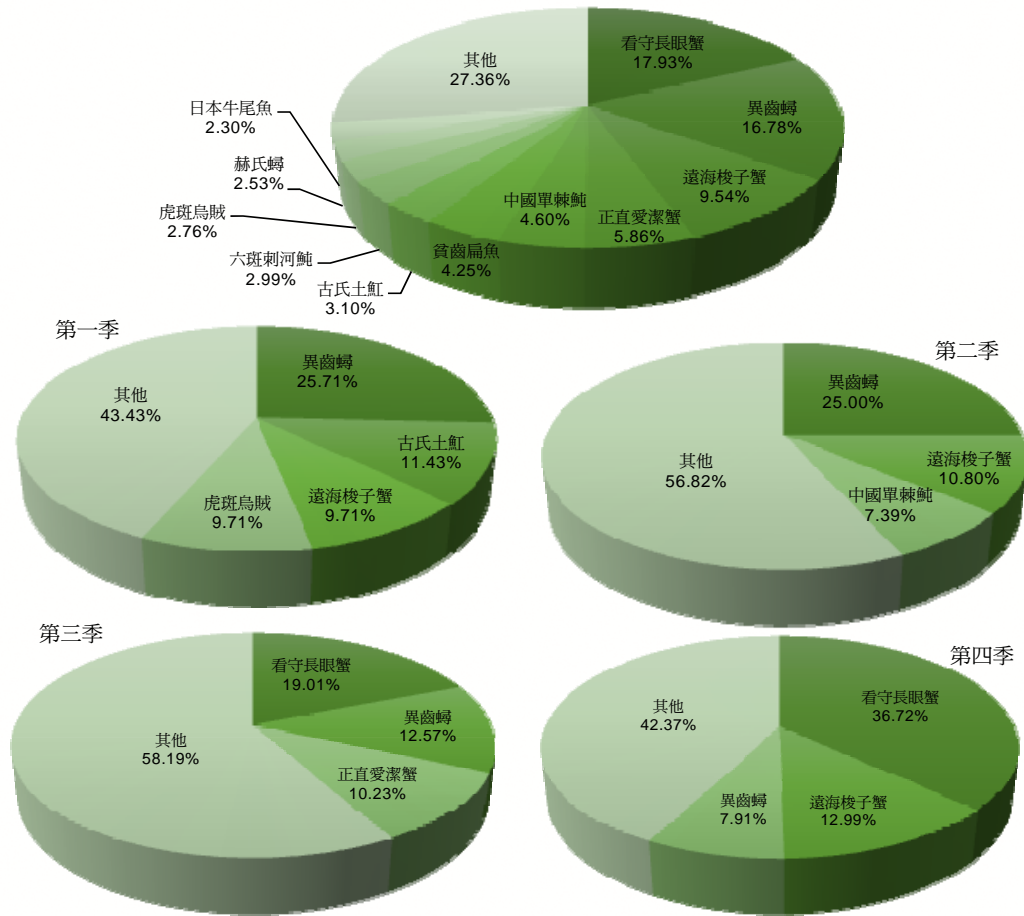


圖 2 2015 年及各季澎湖內海海域物種組成

異齒蟬 (IRI > 1,000) 三種，推測澎湖內海海域之底棲生態環境可能較適宜這三種蟹類棲息，使得在本研究中，這三種物種無論在數量、總重量及出現頻度上都優於其他物種。

三、澎湖內海生物多樣性及生物群落季節變化

2015 年澎湖內海各季歧異度指數 (H') 分別為 3.23、4.08、4.37、3.89；均勻度指數 (J') 分別為 0.65、0.78、0.79、0.79；豐富度 (d) 則分別為 2.7、3.53、4.17、2.88 (圖 3)。由結果發現，第三季之生物多樣性最高，第一季

最低，顯示澎湖內海海域夏秋季之生物多樣性會比冬春季更為豐富。至於澎湖內海海域生物群落季節變化方面，各季 (第一季除外) 之變動指數分別為 125、103.57、238.46；遷移指數則分別為 35、25、-115.39 (圖 4)。群落變動與遷移指數會反映海域中物種變動導致群落穩定性的變化，當數值越大表示群落穩定性越小，結果顯示 2015 年澎湖內海海域第四季之物種變動最大，相對於其他兩季生物群落穩定性較低，而以第二季之生物群落變化最接近動態平衡。

表 2 2015 年及各季澎湖內海海域物種相對重要性指數表

	物 種	IRI		物 種	IRI
2015 年	看守長眼蟹	6809.15	第一季	虎斑烏賊	10767.81
	遠海梭子蟹	5117.19		古氏土魷	9830.95
	異齒蟳	3674.96		異齒蟳	3841.13
	虎斑烏賊	756.39	第二季	異齒蟳	11190.08
	正直愛潔蟹	733.64		遠海梭子蟹	5926.94
	貧齒扁魚	648.04		中國單棘魷	1982.30
	古氏土魷	553.80	第三季	看守長眼蟹	12045.90
	中國單棘魷	503.70		正直愛潔蟹	5990.98
	六斑刺河魷	360.25		遠海梭子蟹	5496.28
	黑鯛	147.86	第四季	看守長眼蟹	53581.38
				遠海梭子蟹	11352.09
				異齒蟳	966.69

結語

本研究結果表明，澎湖內灣海域物種組成多變並有季節之差異，有著豐富之漁海洋生物資源及高生物多樣性之特性。為保護並復育澎湖內灣海域漁業生物資源，澎湖縣政府早在 2005 年即制訂相關之漁業管理措施，訂定澎湖內海為特訂漁法（如拖網類、雙（三）層刺網、燈火類）之禁漁區或明訂禁漁期（如單層刺網），現今能全年於澎湖內灣海域作業之漁法僅有釣具類。而雖釣具類屬被動漁具對漁業資源較不具破壞性，但澎湖內灣海域漁業資源在沿近岸漁船及遊憩小艇爭相進行釣獲下，一樣會造成過度捕撈，在加上一些如氣候變遷等自然因素影響下，將使澎湖海域之漁業資源日益衰退。故未來若

能在兼顧漁民生計與資源保育之前提下，對釣具類進行一些相關漁業管理措施（如訂定禁漁期），再加上澎湖內灣海域得天獨厚之地理位置，使澎湖內灣海域朝向成為一類似海洋保護區適合魚類生息並溢散之優良場所，將對復育澎湖周邊海域之漁業資源有莫大助益。

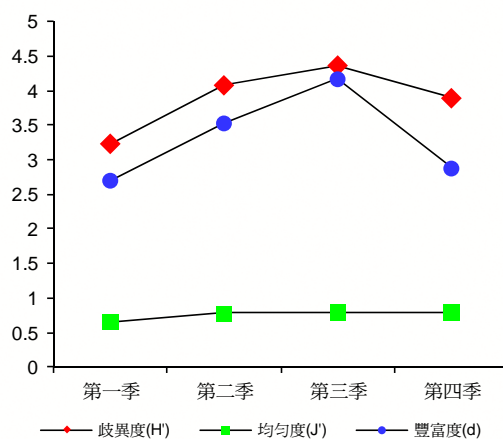


圖 3 2015 年澎湖內海各季生物多樣性指數變動圖

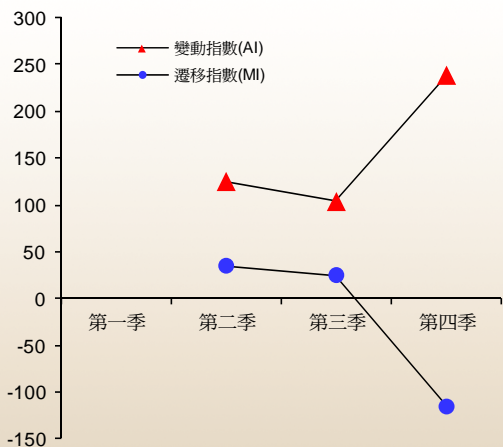


圖 4 2015 年澎湖內海各季群落及遷移指數變動圖