

澎湖菜園濕地水域環境水質監測

結案報告

洗宜樂*、林慧秋、鐘金水、林綉美、黃文卿、鄭靜怡、歐麗榛、林金榮

一、前言

菜園濕地位於澎湖縣馬公市菜園漁港東側，面積 82ha，北起縣道 205，東以縣道 201 為界，西至菜園生命紀念公園，南至菜園漁塭之潮間帶(圖 1)。菜園濕地可區分成 4 大區域，分別為：

(一) 興仁水庫及造林區

於菜園濕地東側，因上游淡水來源充沛，1971 年自來水公司在灣底北岸近興仁里處築成水庫，避風性良好且林相茂密，為一人造之水源濕地。

(二) 雙湖園及紅樹林復育區

本區位於菜園濕地北端，1993 年軍方在漁塭西邊增建雙湖園人造濕地，園內有九曲橋、賞鳥亭、賞鳥牆，並在雙湖園集水區出口附近復育海茄苳及水筆仔紅樹林，成效良好，屬天然與人造的水源濕地，為民眾戶外休閒和校外教學的良好場所。

(三) 菜園潮間帶海岸區

本區位於菜園濕地西側之海岸濕地，棲地多樣化有岩礁、牡蠣養殖區、灘泥地及潮池等，也是潮間帶漁業活動的重要場所。

(四) 菜園漁塭區

位於本區的中間區域，與興仁水庫造林區、雙湖園紅樹林復育區及菜園潮間帶海岸區相連通。日據時期菜園里東側沿岸已築有漁塭，1945 年後，漁塭範圍逐漸擴大，自 1971 年承租業者停止養殖後，漁塭荒廢，屬半封閉水域，海水高度受漲退潮影響，水流平緩，為重要的魚、介、貝類育苗場。由於漁業資源豐富，除為地方潮間帶重要漁撈地點，也常吸引許多水鳥與岸鳥前來停棲。



圖 1. 菜園濕地分區圖(1.興仁水庫及造林區、2.雙湖園及紅樹林復育區、3.菜園漁塭區、4.菜園潮間帶海岸區)

由於這片濕地是鳥類過境或度冬的最佳場所，並栽植復育紅樹林，生態資源豐富，加以菜園社區之休閒漁業及觀光之發展，已成為馬公市重要之生態熱點，也是澎湖最受重視之自然生態解說及賞鳥教育公園，內政部營建署於 2007 年 12 月將其列為地方級濕地，澎湖縣政府也已於 2015 年完成菜園濕地保育利用規劃。

因菜園濕地位於澎湖「馬公內灣」東側之半封閉灣澳內，周邊不僅有民生廢水排入外，接近外灣處「海上遊憩平台」更是四處林立，事業廢水多未有回收而直接排入灣內，加速灣內水質惡化，進而有可能影響到菜園濕地之環境。緣此，本計畫除針對菜園濕地水域環境進行水質現況調查與監測外，也將監測範圍延伸至外灣處的「海上遊憩平台」，以探討這些事業廢水的排放是否影響馬公內灣水質，進而對菜園濕地生態造成衝擊。

二、材料與方法

(一) 菜園濕地水質現況調查

1. 水質檢測項目

本調查研究分析的項目計有 6 大項，包括：亞硝酸鹽(NO_2^-)、氨氮(NH_4^+-N)、總磷(PO_4^{3-})、生化需氧量(BOD)、化學需氧量(COD)及懸浮固體(SS)等分析。儀器採用台灣默克股份有限公司水質測定儀器 Spectroquant NOVA60A，測定試劑採用該公司試驗套組(圖 2)。總磷 114543; 亞硝酸鹽 114547; 氨氮 114558; COD(海水化學需氧量)117058; BOD₅(生化需氧量)100687。



圖 2. 水質檢測分析用的儀器。

2. 水質監測採集測站的選擇

(1) 菜園濕地

因本濕地水源源頭多元，淡水源包括從雙湖、興仁水庫挹注及營區汙水的排放，而海水則是隨著潮起潮落而增加或減少，這些從興仁水庫及造林區、雙湖園及紅樹林復育區及菜園潮間

帶海岸區所挹注、排放以及海水增減的水源匯集於菜園漁塭區，為了解本濕地環境的水質現況，在濕地範圍內設置編號 A-B 計 2 個淺水域的監測採集測站(圖 2)。

(2)馬公內灣部分

與馬公內灣緊鄰的村裡包括風櫃、蔴裡、井垵、伍德、鐵線、菜園及前寮等村里，其民生廢排水均排入馬公內灣（附錄 1），為了解這些民生廢排水是否會影響馬公內灣的水域之品質，特於灣內的箱網與牡蠣養殖區增設編號為 C-F 共 4 個淺海域的監測採集測站(圖 2)。



圖 2. 菜園濕地(A-B)及馬公內灣(C-F)水質採集測站配置圖

3. 樣本採集與採樣頻度

(1)樣本採集

A.淺水域採集

使用水桶或試水瓶直接於所設置之測站進行採集，

適用測站包括 A-D 等 4 個測站。試水在採集時，同時紀錄採集時水溫、鹽度與透明度，供水質分析時參考。

a. 水溫檢測 使用溫度計紀錄之。

b. 鹽度

使用比重計法(Hydrometric method)測定試水比重。

c. 透明度

使用透明度板(直徑 20-25cm 的白色圓板)，下繫鉛錘，上繫繩子沉入水中，直至不見透明板深度，即為該測站之透明度。

B. 淺海域採集

使用北原氏採水器(Kitahare's water sampler)於所設置的測站進行採集，適用測站包括 C、D、E 及 F 等 4 個測站。試水在採集時，同時進行水文監測與透明度量測，供水質分析時參考。

a. 水文監測

於樣本採集時，使用溫、鹽、深測定儀(CTD)進行檢測紀錄，檢測內容包括溫度、鹽度、溶氧(DO)及 pH 等項目，供作為本研究調查之水質分析背景資

料參考用。

b. 透明度

方法同淺水域採集檢測法。

試水在採集標示完畢後，立即放入手提式冰箱冰藏，

攜回實驗室進行相關水質分析。

(2)採集頻度

為了解調查水域水質之季節性變化，本調查採集頻度每月固定一次。同時為檢測菜園濕地範圍內水質現況，每次採樣時間點均選擇在高潮後開始退潮的時機，因此時海水是從內部向外流動。

4. 樣本前處理

分析試水中溶存之化學物質時，試水中之懸浮固體或浮游生物需先除去，本研究使用薄膜濾紙進行過濾，並輔以真空馬達抽氣加速過濾速率。

5. 檢測方法

將採集的試水攜回後，進行硝酸鹽氮、氨氮、總磷、生化需氧量、化學需氧量及懸浮固體之分析，其中硝酸鹽氮、氨氮、總磷及化學需氧量之分析係使用針對飲用水、廢水和一般水質分析所研發的光度計與試劑進行檢驗。

(1) 亞硝酸鹽 (NO_2^-) 測定

測試套組中之試管加入 5ml 水樣，用力震盪使固體完全溶解，按下計時器計時 10 分鐘，試管插入 NOVA60A 儀器圓形測試槽中，數據將自動顯示。

(2) 氨氮 ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) 測定

測試套組中之試管加入 1ml 水樣混合均勻，按壓一次(藍) NH4-1K 試劑，並用力震盪使固體完全溶解，按下計時器計時 15 分鐘，試管插入 NOVA60A 儀器圓形測試槽中，數據將自動顯示。

(3) 總磷 (PO_4^{3-}) 測定

測試套組中之試管加入 5ml 水樣，按壓一次(綠)P-1K 試劑後旋緊蓋子震盪混合，置於 120°C 加熱器加熱半小時，取出於試管架放冷，然後加入 5 滴 P-2K，混合均勻後按壓一次(藍)P-3K 試劑，旋緊蓋子震盪混合，搖晃均勻並使固體完全溶解，按下計時器計時 5 分鐘後至於 NOVA60A 儀器測定。

(4) 生化需氧量 (BOD) 測定

前處理及培養：調整水樣 pH 值維持在 6-8 之間。

A. 準備兩個 BOD 培養瓶，分別徐徐加入已經前處理之水樣及 2 顆玻璃珠至溢流使無氣泡，蓋上磨砂蓋

B. 準備兩個 BOD 培養瓶，分別徐徐加入含營養鹽支溶液及 2 顆玻璃珠至溢流使無氣泡，蓋上磨砂蓋取 A、B 各一瓶，

依以下溶氧測定步驟測定溶氧值，即為起始溶氧值。再取 AB 各一瓶上述溶液，在 20℃ 恆溫培養箱暗處培養 5 天，並以溶氧測定步驟測定溶氧值。

溶氧測定

加入 5 滴 BSB-1K 及 10 滴 BSB-2K，蓋妥蓋子（避免氣泡產生），震盪 10 秒以充分混合均勻，等待反應一分鐘，加入 10 滴 BSB-3K 試劑後蓋妥蓋子（小心避免氣泡產生）充分混合均勻，將待測溶液倒入試管中，試管插入 NOVA60A 儀器圓形測試槽中，數據將自動顯示。

(5) 海水化學需氧量 (COD) 測定

A. 樣品去氯前處理：取水樣 20ml 放入 300ml 磨砂 NS29/32 三角瓶，取 20ml 蒸餾水放入另一個 300ml 的磨砂 NS29/32 三角瓶，各別放入磁石至三角瓶內並放在冰浴冷卻，在冷卻過程中緩慢加入 25ml 硫酸(COD 專用 117048)於各三角瓶內，各三角瓶在冰浴中冷卻至常溫後各加入 6-7g Sodalime(106733)到吸收管(115955)，將吸收管以玻璃塞密閉並置入三角瓶，將水樣及蒸餾水(空白)在常溫以 250 轉速攪拌 2 小時(去氯處理程序)，使用氯離子檢查套組檢查氯離子是否小於 2000ppm

B. 111132 測試計測定氯離子程序：加 2N, NaOH, 5ml 再加上上述處理後的水樣 0.5ml，加 Cl-1 試劑 2 滴後顏色呈黃色，逐滴加 Cl-3 試劑直至呈藍色，需計算到達終點滴數。藍色為終點，濃度計算 $\text{Cl}^- \text{ mg/l} = \text{滴數} * 250$

C. 分析步驟：一個樣品需取 2 支反應試管將其沉澱物搖均勻，取一支加入 5ml 經前處理的水樣，旋緊蓋子並震盪混合，另一支加入 5ml 經前處理的蒸餾水，旋緊蓋子並震盪混合，將 2 支試管至於加熱器中，於 148°C 下加熱 2 小時，取出置於試管架上冷卻，10 分鐘後將各試管搖勻混合，繼續至於試管架上冷卻至常溫，將空白及水樣試管分別置放於圓形試管槽中測定。

(6) 懸浮固體 (SS) 測定

係依據環保署於 92 年 10 月 3 日環署檢字第 0920072114 號所公告的「103~105°C 乾燥法」，將攪拌均勻之 200ml 水樣以一已知重量之玻璃纖維濾片(Nylon0.45um*47mm)過濾，濾片移入 103~105°C 之烘箱蒸乾至恆重，其所增加之重量即為懸浮固體重。

(二) 馬公內灣海域浮游動物季節性變化

1. 採樣時間與測站

自 2015 年 3 月至 7 月間，每月在進行採水的同時進行採集，採集測站與水質採樣測站同（圖 2），唯測站 1 及 2 屬封閉式水域，且空間狹隘不利浮游動物網的採集作業，故測站僅設定 C-F 共 4 個測站。

2. 網目、網具及採集方式

使用北太平洋標準浮游生物採集網，網口內徑 45cm，網身長 180cm，網目為 335 μm ，於表層 1m 以淺的水域進行拖曳，使用 2 節的船速拖行 10 分鐘，並於網口中心架設流量計，以記錄採集時所過濾的海水量。其後於實驗室進行分類與計數，本調查將所採集到的浮游動物共分成橈腳類（Copepoda）、毛顎類（Chaetognatha）、樽海鞘綱（Thaliacea）、尾海鞘綱（Appendicularia）、多毛綱（Polychaeta）、水母綱（Medusa）、枝角目（Cladocera）、蝦幼生（Shrimp larva）、磷蝦（Euphausiacea）、蟹幼生（Crab larvae）、端足類（Amphipoda）、腹足綱（Gastropoda）、翼足目（Pteropoda）、頭足綱（Cephalopoda）、魚卵（Fish eggs）、魚幼生（Fish larva）及其它，共計 17 項分類，以進行調查海域的浮游動物種類組成、豐度及生物量變動之分析。

3. 保存方法

將所採集到的浮游動物立即以 5% 的福馬林加以固定，攜回實驗室後再進行分類與計數作業。

(三) 馬公內灣海域仔稚魚季節性變化

1. 採樣時間與測站

採樣時間與測站與浮游動物採樣相同。

2. 網目、網具及採集方式

使用北太平洋標準仔稚魚採集網，網口內徑 130cm，網身長 450cm，網目 335 μm ，採集方式與浮游動物採集相同。

3. 保存方法

採樣時間與測站均與浮游動物採集相同。

三、結果與討論

(一) 菜園濕地及馬公內灣水質環境監測

1. 環境背景季節性之變化

(1) 深度

6 測站的水深以菜園濕地範圍內的 A 及 B 的 2 測站最淺，分別為 1.5m 及 1m，海域測站的 C-F 4 測站，則有愈往灣外水深愈深之趨勢，依序為 9m、13m、16m 及 15m（圖 3）。



圖 3. 菜園濕地與馬公內灣測站等深線示意圖

(2) 降雨量

在期中報告時指出所監測的水質發現與降雨量有關連，故特從中央氣象局網站下載 2015 年 1 月至 11 月澎湖每日雨量的氣候統計資料如表 1，3-8 月的降雨率均在 20% 以上，其中又以 8 月降雨 17 日最高，達 54.8%；1-2 月及 9-11 月的降雨率則低

於 20%以下 (圖 4)。月降雨量在 50mm 以下的月份包括 1-3 及 10-11 月等共 5 個月份；50-100mm 的月份包括 4 及 6-7 月等共 3 個月份；100mm 以上的月份包括了 5、8 及 9 月等共 3 個月份 (圖 5)。

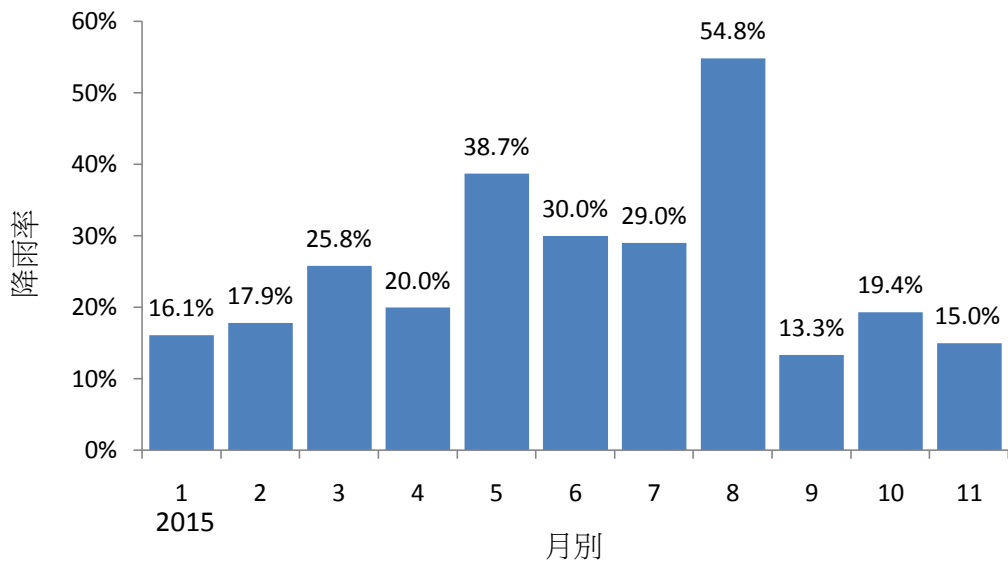


圖 4. 2015 年澎湖降雨率各月別統計圖 (資料來源：中央氣象局)

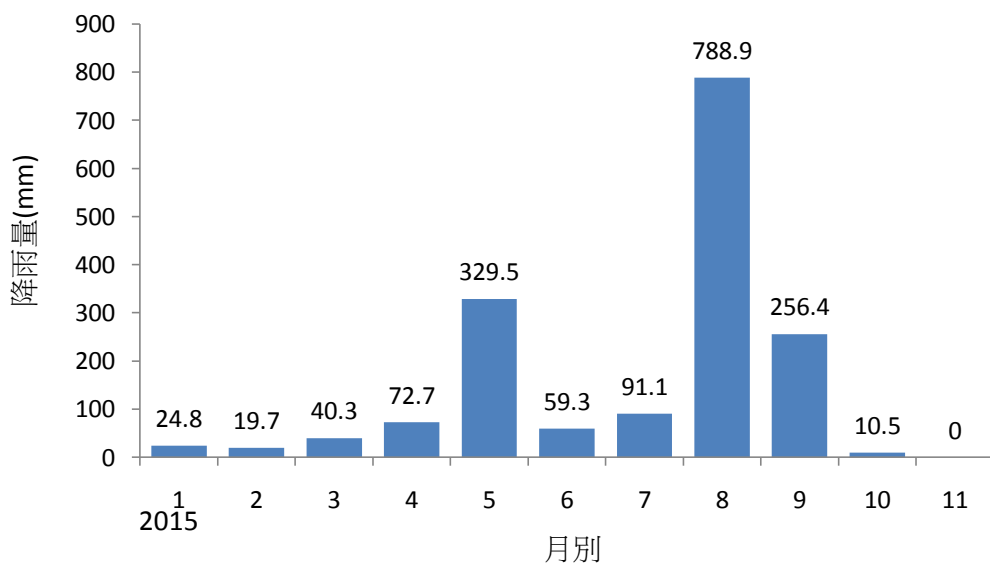


圖 5. 2015 年澎湖氣象站各月別平均降雨量統計圖 (資料來源：中央氣象局)

表 1. 2015 年澎湖氣象站逐日雨量統計

日期	月份											
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1	0	0	0	0	0	0	0.4	0	2.9	0	0	T
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T
5	0	0	0	0	0	13.2	0	0	0	0	0	0
6	T	T	0	T	0	3.6	T	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	T	0	2.9	T	37.1	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	5.1	220.3	0	0	0	0
9	0	0	0	2.7	0	0	0	85.4	0	9.4	0	0
10	0	0	T	0.2	0	0	0.7	0	0	0	0	0
11	0	0	T	15.1	0	0	0	0	0	0.4	0	0
12	T	0	1.6	0.6	11.3	0	0	0	0	0	0	0
13	14.9	0	0	0	0	0	0	4.1	0	0	0	0
14	5.8	0	0	0	0	0	0	8.3	0	0	0	T
15	0	0	T	0	0	0	0	3.1	0	0	0	0
16	0	8.4	33.5	0	0	0	0	47.4	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	35.7	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	45.7	-	25.5	0.9	0	0.1	0	0
21	0	11.3	T	54.1	38.9	13.6	9.3	0	0	0.3	0	0
22	0	0	0	0	8.3	21.4	11.5	0	0	T	0	0
23	0	T	5	0	0.8	2	0	T	0	0	0	0
24	0	0	0	0	139.2	0.5	0	1	0	0	0	0
25	0	0	0.2	0	1	0.6	0	2.4	0	0	0	0
26	4.1	0	0	0	1.8	3.6	0	68.6	0	0	0	0
27	0	T	0	0	0	0.8	0	11.5	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0.6	0	0	68.6	24.2	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	83.8	192.2	0	0	0
30	0	0	0	0	T	0	0	157	0	0	0	0
31	0	0	0	0	81.9	0	0	26.5	0	0	0	0
總和值	24.8	19.7	40.3	72.7	329.5	59.3	91.1	788.9	256.4	10.5	0	0

備註： T 表示雨跡，降水量小於 0.1mm。

資料來源：<http://www.cwb.gov.tw/V7/climate/dailyPrecipitation/dP.htm>

(3) 水溫

整體內容，調查期間的 6 個測站之水溫變化趨勢大致相同，3-4 月間的水溫偏低，平均維持在 18.5-22.7°C，5 月起受太平洋高壓與西南風的影響下，逐漸進入高水溫期，平均水溫為 25.6°C；6 至 10 月間的水溫介於 26.0-28.4°C 之間，平均為 27.2±0.9°C；10 月底後開始有大陸高壓南下東北季風也隨逐漸增強，平均水溫也隨之緩緩下降到 24.5±0.3°C（圖 6 及表 2）。

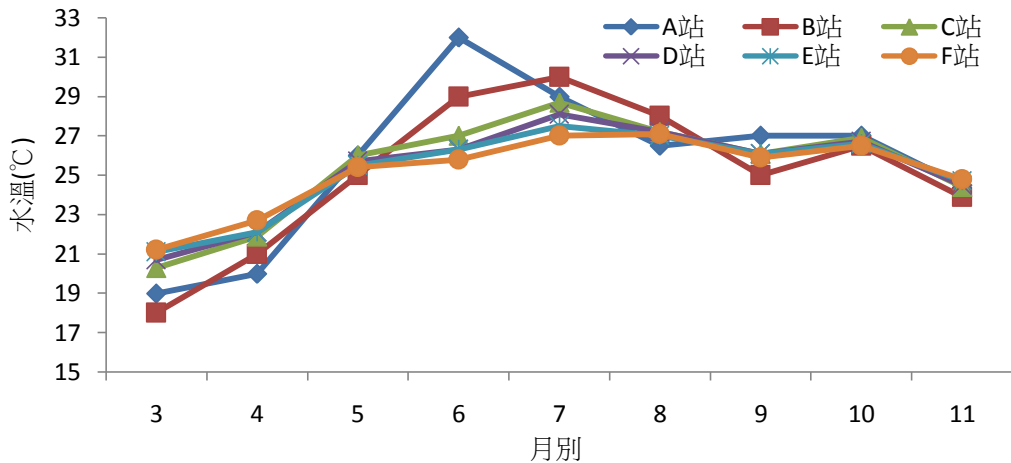


圖 6. 菜園濕地與馬公內灣水溫季節性變化圖

表 2. 菜園濕地及馬公內灣各月別水溫 (°C) 變化

測站 月別	A	B	C	D	E	F
3	19	18	20.3±0.1	20.7±0.1	21.1±0.2	21.2±0.1
4	20	21	21.9±0.4	22.1±0.3	22.1±0.2	22.7±0.6
5	26	25	26.0±0.2	25.7±0.4	25.5±0.5	25.4±0.4
6	32	29	27.0±1.4	26.3±1.4	26.3±1.4	25.8±0.8
7	29	30	28.7±1.7	28.1±1.7	27.5±1.5	27.0±0.4
8	26.5	28	27.2±0.6	27.2±0.6	27.0±0.5	27.1±0.4
9	27	25	26.1±0.2	26.1±0.3	26.1±0.3	25.9±0.1
10	27	26.5	26.9±0.3	26.7±0.5	26.6±0.4	26.5±0.3
11	24.5	23.9	24.4±0.1	24.5±0.1	24.7±0.2	24.8±0.1
平均	25.7±4.1	25.2±3.8	25.4±2.7	25.3±2.4	25.2±2.2	25.2±2.0

各測站水溫之變化，由於菜園濕地的 A 及 B 測站水域深度在 1.5m 以淺，漲退潮期間明顯有海流流動現象，表底層混合均勻，故不易有溫度分層的現象。而馬公內灣的 C 至 F 測站之水層溫度變化，隨著海灣不同的位置而有些許不同的變化。從所記錄的水溫整理分析後，其變化呈現夏季高水溫期與冬季低水溫期 2 種類型，在低水溫期的 3 及 4 月，愈往灣內的測站因環境較為封閉，海水交換不易，再加上季風的擾動影響之下，水溫則有愈低之趨勢；而愈往灣外由於海水較易與海流交換，相對於灣內之水溫有愈高之趨勢。5 月份恰逢天氣型態轉變的季節，灣內與灣外的水溫變化差異不大。6 月至 10 月的高水溫期則相反，呈現愈往灣內水溫愈高之趨勢（圖 6）。

為了解馬公內灣各水層水溫之季節性變動，將 C 至 F 測站的 3、6、9 及 11 月所測得的水溫進行比較，在 3 月份的低水溫時期仍受東北季風的擾動，各測站的表層水與底層水的水溫溫差小，介於 0.1-0.6°C 之間，從各水層看水溫之變化幾乎未見有分層的現象，尤以灣內的 C 至 E 測站最為明顯；進入高水溫期的 6 月份，在缺乏季風的擾動下，各測站水溫之表層水均高於底層水，其溫差介於 2.4-3.3°C 之間，為全年各水層溫差最大之月份；9 月仍處於高水溫期，但從圖 7 可發現混合層

明顯向下延伸，其溫差介於 0.4-0.6°C 之間；11 月則又開始進入低水溫期，加上東北季風漸增，加速水層擾動混合，溫差範圍也逐漸縮小，介於 0.2-0.5°C 之間（圖 7）。

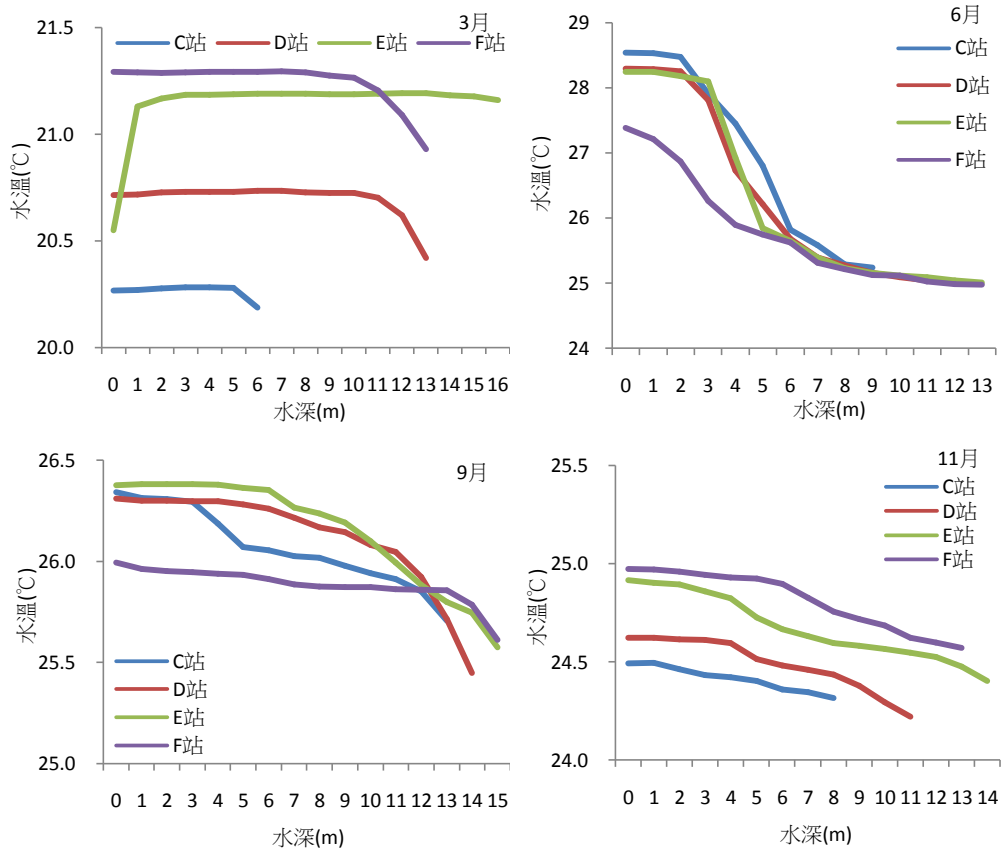


圖 7. 馬公內灣海域各水層之水溫季節變化圖

(4) 鹽度

「淺水域」菜園濕地的 A 及 B 測站鹽度季節性變化介於 0-36 psu 之間，平均 23.6 ± 14.5 psu (圖 8 及表 3)。本測站屬較封閉環境，且緊鄰水源區，鹽度易受潮汐、日照或淡水挹注 (包括降雨和水庫溢流) 之影響而起伏變化大，尤其是 A 測站，其上游為林區與興仁水庫，在 4-5 月降雨量增加 (圖 10)，雨水涵養於林區的土壤中，並緩緩的滲流至下游的測站，因此在 5-6 月鹽度有下降之趨勢，6 月降雨量減少 (圖 10)，7 月的鹽度又回昇，8 月因強降雨且降雨天數長，為全年最高月份達 54.8%，鹽度驟降至 0 psu，9 月降雨量雖減緩，且降雨天數為全年最短月份，僅 13.3%，但因上游土壤不僅仍含蘊含著 8 月降下的雨水，加上水庫已達滿水位而有溢流現象，大量的淡水經由 A 測站注入海中，故於 9 至 11 月所測得的鹽度仍偏低。反觀 B 測站，因上游的人造湖泊水體小，滯留淡水時間也相對較短，其鹽度雖受降雨量影響而呈現季節性的變化，卻不像 A 測站受影響的變化起伏那麼大。

「淺海域」馬公內灣的 C 至 F 測站，海水鹽度介於 31.5-34.8 psu 之間，平均為 34.1 ± 0.61 psu (圖 9 及表 3)。其季節性變化相當小，降雨量為主要的影響因子，但影響有限。

各水層僅10月近灣內的C測站表層受降雨的影響而有下降外，各水層間鹽度變化幾乎沒有差異。

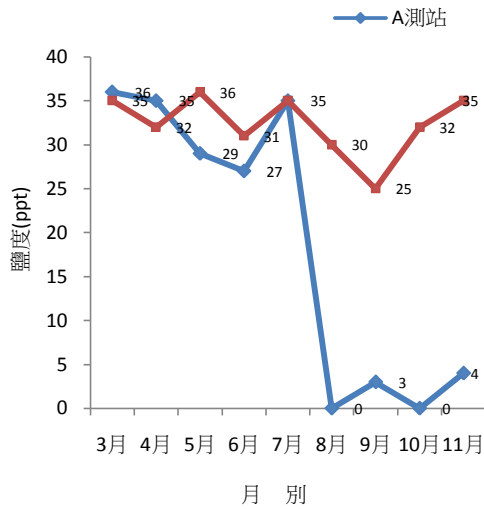


圖 8. 菜園濕地鹽度季節性變化圖

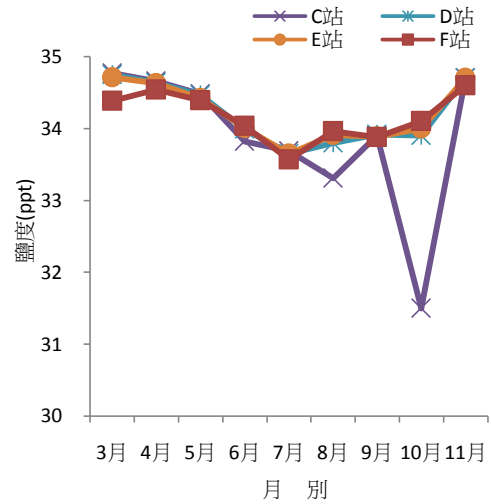


圖 9. 馬公內灣鹽度季節性變化圖

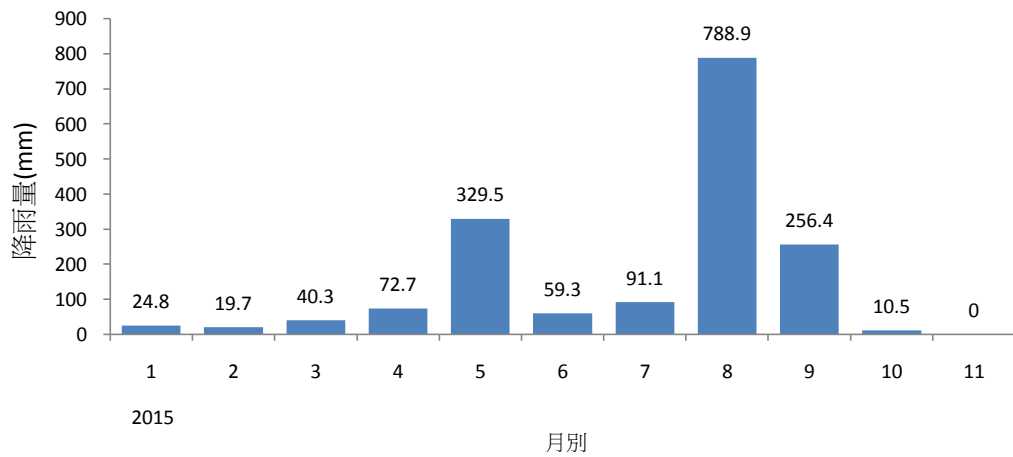


圖 10. 2015 年澎湖降雨量各月別變化

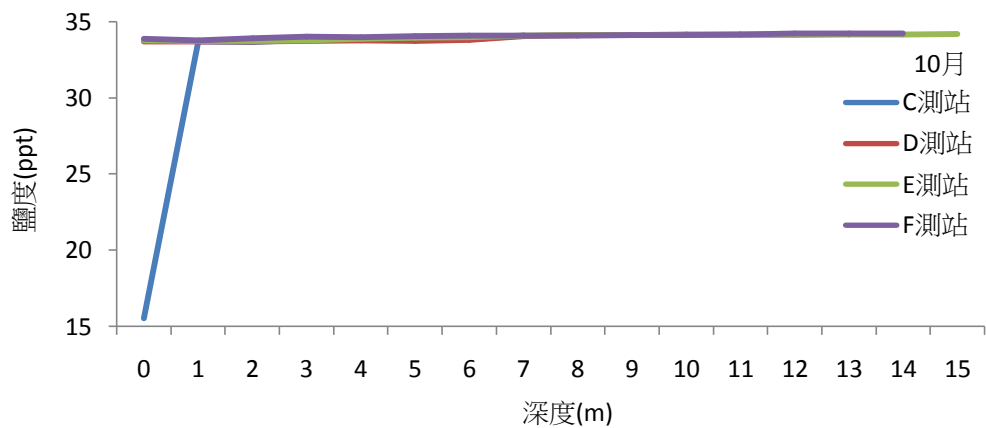


圖 11. 馬公內灣 10月各水層鹽度變化

表 3. 菜園濕地及馬公內灣各月別鹽度 (psu) 變化

測站 月別	A	B	C	D	E	F
3	36	35	34.8±0.02	34.7±0.03	34.7±0.02	34.4±0.96
4	35	32	34.7±0.23	34.6±0.08	34.6±0.05	34.5±0.10
5	29	36	34.5±0.01	34.5±0.01	34.4±0.03	34.4±0.03
6	27	31	33.8±0.23	34.0±0.16	34.0±0.18	34.0±0.10
7	35	35	33.7±0.29	33.6±0.28	33.6±0.23	33.6±0.25
8	0	30	33.3±0.82	33.8±0.18	33.9±0.14	34.0±0.08
9	3	25	33.9±0.03	33.9±0.04	33.9±0.05	33.9±0.02
10	0	32	31.5±6.50	33.9±0.21	34.0±0.17	34.1±0.14
11	4	35	34.7±0.02	34.7±0.02	34.7±0.02	34.6±0.02
平均	18.8±16.5	32.3±3.5	33.9±1.0	34.2±0.4	34.2±0.4	34.1±0.3

(5) 溶氧(DO)

溶氧是指溶解於水體中的含氧量，為評估水體品質的重要指標項目之一，水體中的溶氧可能來自於大氣溶解、自然或人為曝氣及水生植物的光合作用等，當水體有機物質增加的同時，為生物在分解這些有機物質也會消耗水中的溶氧，而造成水中溶氧降低甚至呈缺氧狀態。本項檢測項目係採用溫、鹽、深測定儀(CTD)，適合稍具深度的海域進行檢測，因菜園濕地的 A 及 B 測站水域較淺而不適使用此儀器進行分析，故只有在淺海域的 C 至 F 共 4 個測站進行採樣分析。

整體來說，月間各測站平均濃度變化從 3 月的 4.5 ± 0.07 mg/L 逐月下降至 8 月的 3.7 ± 0.32 mg/L 最低點後，9 月又開始回升至 11 月的 4.1 ± 0.09 mg/L (圖 12 及表 4)。溶氧之變化有隨著水溫增溫而有降低之趨勢；如在低水溫期的 3 及 4 月灣內較灣外的水溫低，其溶氧變化呈現愈近灣內的測站有愈高之趨勢；進入高水溫期的 5 月之後，灣內水溫較灣外高，其溶氧變化呈現愈近灣內的有愈低之趨勢。

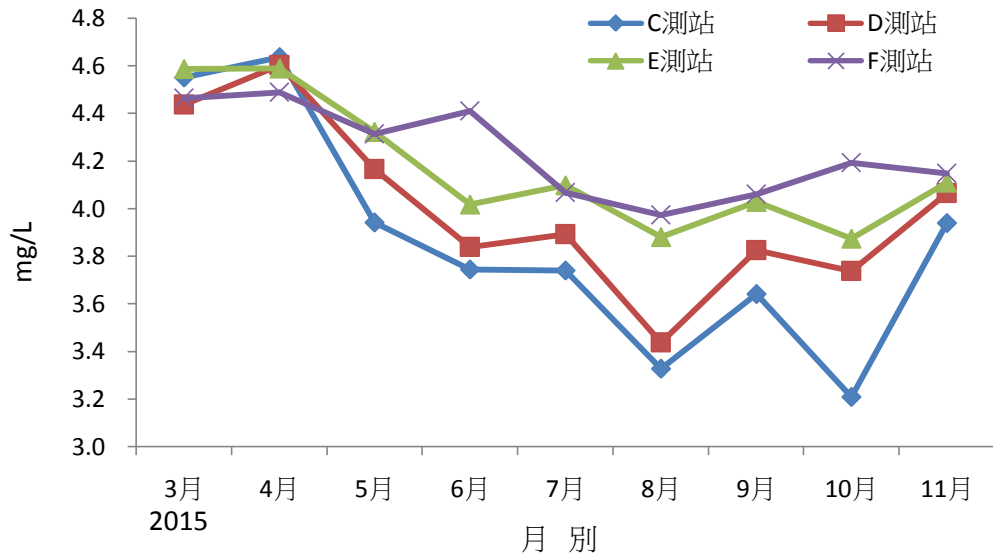


圖 12. 馬公內灣淺海域 4 測站溶氧(DO)月別變化圖

表 4.馬公內灣 C-F 測站 DO (mg/L) 平均濃度各月別變化

測站 月別	C	D	E	F
3	4.6±0.50	4.4±0.15	4.6±0.38	4.5±0.45
4	4.6±0.04	4.6±0.12	4.6±0.09	4.5±0.11
5	3.9±0.09	4.2±0.11	4.3±0.10	4.3±0.10
6	3.7±0.13	3.8±0.15	4.0±0.31	4.4±0.18
7	3.7±0.17	3.9±0.25	4.1±0.10	4.1±0.05
8	3.3±0.29	3.4±0.27	3.9±0.06	4.0±0.03
9	3.6±0.14	3.8±0.18	4.0±0.13	4.1±0.08
10	3.2±0.20	3.7±0.18	3.9±0.21	4.2±0.24
11	3.9±0.07	4.1±0.13	4.1±0.15	4.1±0.16
平均	3.9±0.48	4.0±0.36	4.2±0.27	4.2±0.19

(6) 透明度

「淺水域」菜園濕地的 A 及 B 測站水質清澈見底，水深等於透明度，分別為 1.5m 與 1m；「淺海域」的 4 個測站透明度月間變化平均介於 2.8-11.5m 之間（圖 13 及表 5）。初步觀察馬公內灣海域的透明度與東北季風和降雨有較明顯之關連，故在 3 月間仍有東北季風的擾動下透明度明顯低於其他月分。

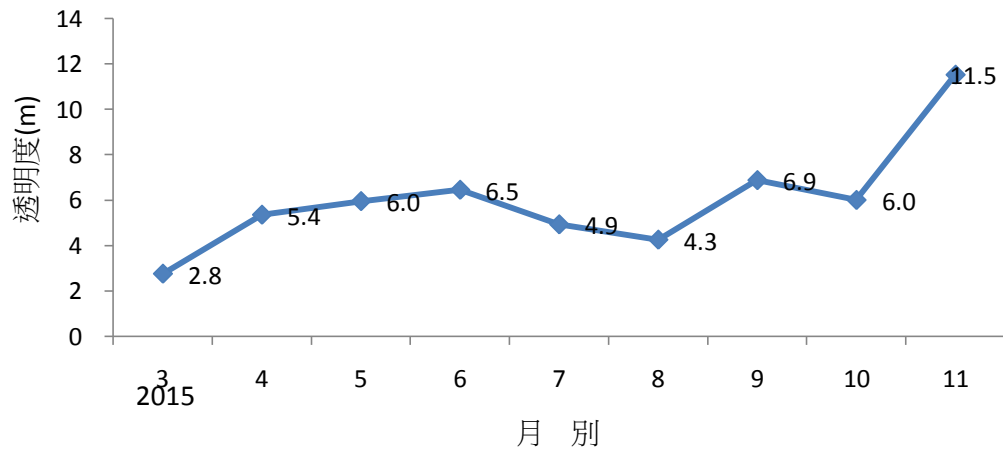


圖 13. 菜園濕地及馬公內灣透明度 (m) 各月別變化圖

表 5. 菜園濕地及馬公內灣透明度 (m) 各月別變化

測站 月別	A	B	C	D	E	F
3	1.5	1	2.2	3.5	3.1	2.2
4	1.5	1	6.2	5.5	5.2	4.5
5	1.5	1	6.5	6.3	6	5
6	1.5	1	6	6.8	6.5	6.5
7	1.5	1	5.5	5	4.7	4.5
8	1.5	1	3.5	5	4.3	4.2
9	1.5	1	7	7.5	7.5	5.5
10	1.5	1	5.5	6.5	5.5	6.5
11	1.5	1	9.8	11.5	15	9.8
平均	1.5	1	5.8±2.1	6.4±2.3	6.4±3.5	5.4±2.1

2. 水質監測與季節性之變化

(1) 亞硝酸鹽 (NO_2^-)

經檢測各月別之測站水體亞硝酸鹽含量介於 0.02-0.09 mg/L 之間，平均為 0.03 ± 0.020 mg/L (圖 14 及表 6)，其中又以 8 月份的平均濃度最高。

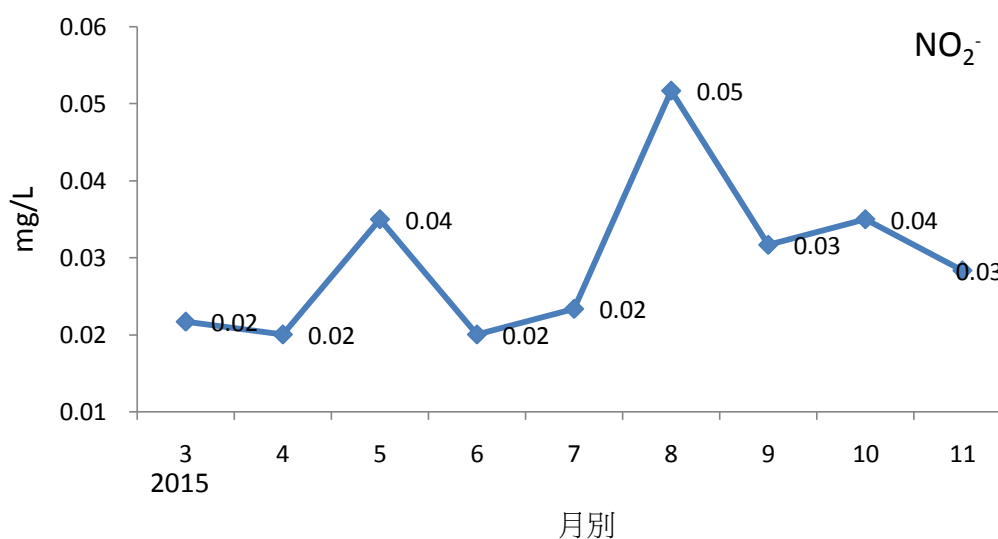


圖 14. 亞硝酸鹽平均含量月別變化圖

表 6. 亞硝酸鹽(NO_2^- ; mg/L) 各月別變化

測站 月別	A	B	C	D	E	F
3	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
4	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
5	0.06	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
6	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
7	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
8	0.09	0.02	0.08	0.03	0.06	0.03
9	0.09	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02
10	0.09	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02
11	0.07	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
平均	0.06 ± 0.031	0.02 ± 0.005	0.03 ± 0.019	0.02 ± 0.004	0.03 ± 0.013	0.02 ± 0.005

硝酸鹽氮為氮循環中硝化作用的最終產物，因此硝酸鹽氮可表示水體遭受汙染的程度。若水體中的硝酸鹽氮含量過高時，常易造成藻體大量繁殖，使得水體成優氧化的現象。Huang (1974; 1977) 分別在台灣沿岸海域及西南沿岸與澎湖海域進行生產力調查研究指出，澎湖海域營養鹽-硝酸鹽氮之含量低於台灣沿岸；蔡及胡 (1986) 也針對澎湖內海設置 15 個測站進行水質環境調查，所測得的亞硝酸鹽氮的含量介於 0-0.012 mg/L 之間，大部分的測站為 0.002-0.006 ppb 之間，其結果均顯示澎湖海域水質屬低營養鹽之海域。但本調查之結果均高於位於澎湖內海的 15 個測站所測得值，推測應與本調查海域屬封閉性灣澳，逢強降雨或降雨率較高的月份，陸上的營養鹽經由雨水沖刷或滲透後再注入海域中，造成海域中的亞硝酸鹽濃度有激增的現象。如 8 月為全年降雨量和降雨率最高的月份，分別為 789mm 和 54.8%，不僅雨量大且持久，所測得的亞硝酸平均濃度也為全年最高，再從各測站濃度變化可發現灣內濃度最高 (A 站 0.09 mg/L)，愈往灣外濃度有遞減的現象 (F 站 0.03 mg/L) (圖 15)。夏及劉 (1960) 也在其所撰寫的「海洋水產調查手冊」指出，海水中無基氮主要來自海洋生物的分解與新陳代謝、大陸徑流及降雨等，這可能是造成調查海域的亞硝酸鹽

含量較澎湖內海的 15 個測站來得高之主因。

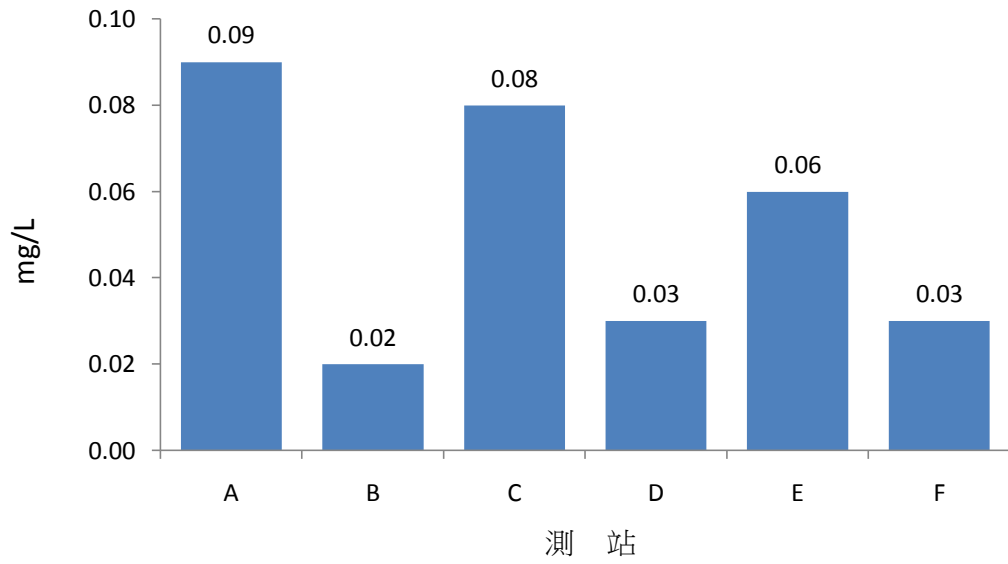


圖 15.菜園濕地與馬公內灣 8 月份亞硝酸鹽各測站濃度變化

(2) 氨氮 ($\text{NH}_4^+ \text{-N}$)

全年於調查海域所採集的樣本經分析之後，即使在牡蠣(C 測站)、箱網養殖區(D 測站)及遊憩用的海上平台(E 測站)所測得值，也是低於 0.20 mg/L，唯菜園濕地 A 測站在 11 月所測得值有偏高的現象為 0.20 mg/L (表 7)，但仍符合環保署所公告甲類海水氨氮 0.3 mg/L 的最大容許量範圍內。氨氮有機物主要來自於動物排泄物及動植物屍體分解，分解時先形成胺基酸，再依氨氮、亞硝酸鹽氮及硝酸鹽氮程序而漸次穩定。因此當水體中存在的氨氮濃度可表示該水體受汙染時間之長短。顯示本海域並未有明顯的有機汙染物注入。

表 7. 菜園濕地及馬公內灣氨氮($\text{NH}_4^+ \text{-N}$; mg/L) 各月別變化

測站 月別	A	B	C	D	E	F
3	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
4	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
5	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
6	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
7	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
8	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
9	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
10	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
11	0.3	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20

(3) 總磷 (PO_4^{3-})

水中的磷幾乎全部以磷酸鹽型式存在，為構成土壤養分及動植物原生質的要素。磷雖然是植物生長的重要養分，當過量的磷進入水體，將造成藻類大量繁殖與死亡，並會因其腐敗分解大量耗氧，導致水體溶氧耗盡，形成優氧化的現象。從調查資料顯示，僅菜園濕地的 A 測站在 9 與 10 月所測得的總磷有超標現象，分別為 2.82 與 0.12 mg/L，可能與雨水沖刷滲透的現象有關連；其餘各月各測站的含量均低於 0.05 mg/L，符合環保署所公告甲類海水總磷 0.5 mg/L 的最大容許量範圍內（表 8）。從結果顯示，A 測站雖在 9 及 10 月均高過甲類海水總磷 0.5mg/L 的最大容許量，推測其來源可能是家庭廢水中所含的清潔劑所致，但經由海水稀釋之後在 C 測站所測得總磷含量已低於 0.5mg/L。

表 8. 菜園濕地及馬公內灣總磷(PO_4^{3-} ; mg/L) 各月別變化

測站 月別	A	B	C	D	E	F
3	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
4	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
5	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
6	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
7	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
8	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
9	2.82	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
10	0.12	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
11	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

(4) 生化需氧量 (BOD)

BOD 係指水中易受微生物分解的有機物質，在某一特定時間及溫度下，被微生物分解氧化作用所消耗的氧氣。生化需氧量可表示水中生物可分解的有機物含量，間接也表示了水體受有機物汙染的程度。整體來說，月間平均濃度變化不大在 $0.10 \pm 0.05 - 0.86 \pm 0.35$ mg/L 之間 (圖 16)，各測站均以菜園濕地的 B 測站所測的 0.86 ± 0.61 mg/L 最高，最低為 E 測站的 0.21 ± 0.15 mg/L (圖 17 及表 9)。檢測結果均符合環保署所規範公告的甲類海域在 2 mg/L 以下之標準。

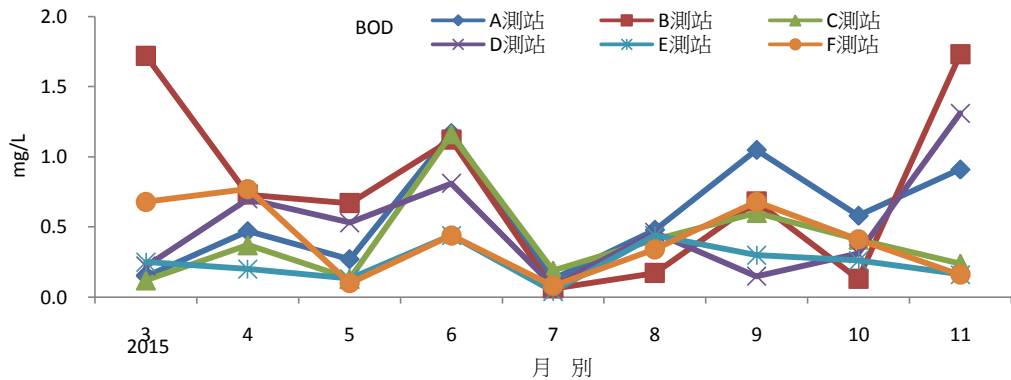


圖 16. 馬公內灣生化需氧量 (BOD) 平均含量月別變化圖

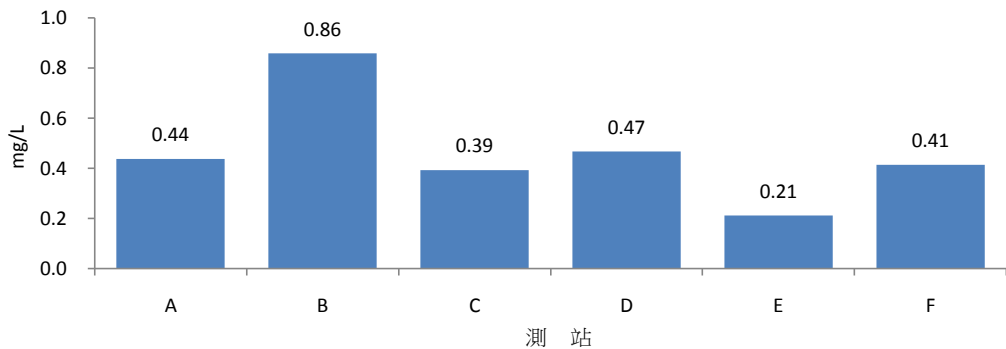


圖 17. 馬公內灣各測站生化需氧量 (BOD) 比較

表 9. 菜園濕地及馬公內灣生化需氧量 (BOD; mg/L) 各測站月別變化

月別	測站					
	A	B	C	D	E	F
3	0.15	1.72	0.12	0.22	0.25	0.68
4	0.47	0.73	0.37	0.70	0.20	0.77
5	0.27	0.67	0.13	0.53	0.13	1.60
6	1.17	1.12	1.16	0.81	0.44	0.44
7	0.13	0.06	0.19	0.08	0.04	0.08
8	0.48	0.17	0.41	0.46	0.44	0.34
9	1.05	0.68	0.60	0.15	0.30	0.68
10	0.58	0.13	0.41	0.31	0.26	0.41
11	0.91	1.73	0.24	1.31	0.16	0.16
平均	0.44±0.43	0.86±0.61	0.39±0.44	0.47±0.31	0.21±0.15	0.41±0.32

經檢視 BOD 之月間變化雖與降雨量有直接的關係，但在不同的測站確有不同的模式，以菜園濕地 A 及 B 測站為例，A 測站 BOD 的月間變化隨著降雨量的增加而增加，如 5 及 8 月的降雨量為全年的最大量，分別為 329.5mm 及 788.9mm，土壤中的有機物質經由大量雨水沖刷與滲透作用後在注入海域中，於隔月的 6 及 9 月所檢測的 BOD 之值會出現遞增的現象，而 10 及 11 月仍可檢測出較高之值，係因土壤中仍不斷有水源滲出所致（圖 18）；B 測站的水源係匯集來自人工湖泊的「雙湖園」，湖水來源除承接拱北山水源外，也有部分的民生廢水經由本湖再溢流至 B 區測站，因此本測站全年所測得的 BOD 平均值為所有測站最高。其 BOD 月間變化在全年降雨量高的 8 月份，有機物質濃度被大量雨水稀釋，所測得之值有下降之趨勢，而在降雨

量低的3-4及10-11月份注入的雨水量少，至有機質濃度偏高，所檢測得 BOD 值也隨之變高（圖 19）。

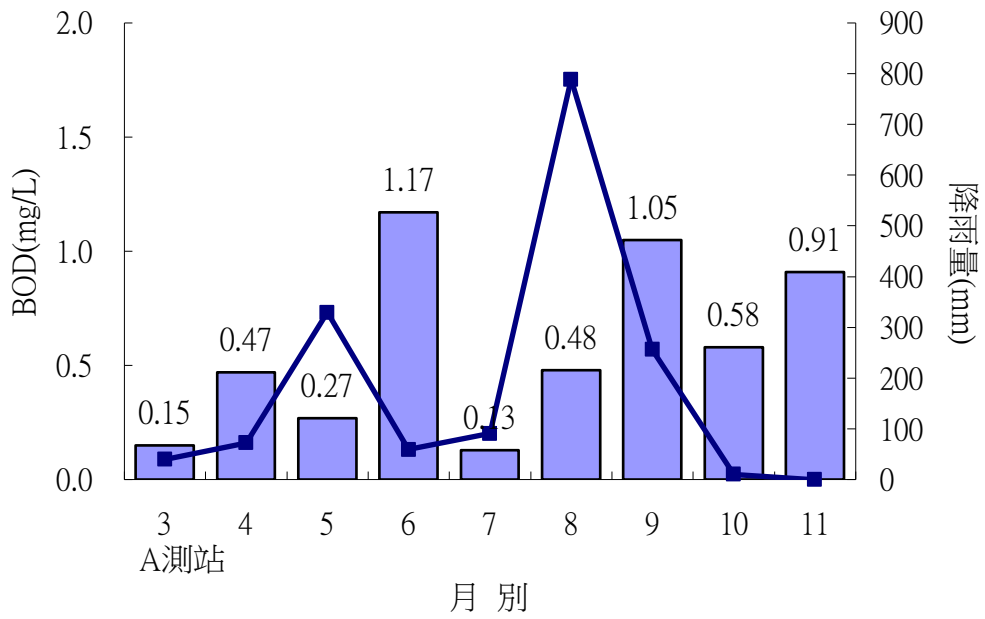


圖 18. 菜園濕地 A 測站 BOD 與降雨量之關係圖

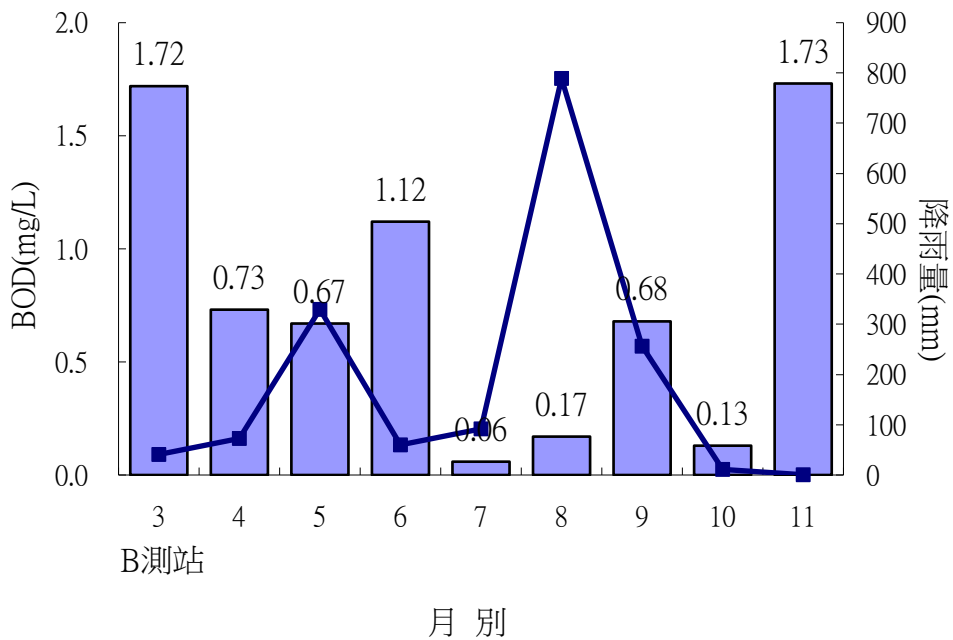


圖 19. 菜園濕地 B 測站 BOD 與降雨量之關係圖

(5) 化學需氧量(COD)

常用於表示水中可被化學氧化之有機物含量，一般工業廢水或含生物不易分解物質之廢水，常以化學需氧量表是其汙染程度。整體來說，月間平均濃度變化不大，其中以3月平均為在5.0 mg/L 以下的含量最低，而5月平均為16.20 mg/L 的含量最高。各測站則以菜園濕地的A測站變化較明顯，其在5月間出現最高之值，達42.9 mg/L (表10)。從各測站所測之平均值以A測站 16.7 ± 13.2 mg/L 最高，甚至高達B測站2倍，顯示注入雙湖園民生廢水含有較高的汙染物質，未來有關本區的排放水之品質，應提供環保局作為監測與改善之參考。

表 10. 菜園濕地及馬公內灣生化需氧量 (COD; mg/L) 各月別變化

月別 \ 測站	A	B	C	D	E	F
3	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
4	9.2	12.9	8.8	9.3	8.7	16.8
5	42.9	6.8	9.8	<5.0	<5.0	5.3
6	<5.0	<5.0	<5.0	6.1	7.2	13.9
7	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
8	14.1	<5.0	11.8	<5.0	<5.0	14.5
9	7.8	3.6	<5.0	<5.0	<5.0	7.5
10	16.1	13.6	11.8	8.3	10.5	15.1
11	9.8	4.6	9.9	3.9	12	16.4
	16.7 ± 13.2	8.3 ± 4.7	10.4 ± 1.3	6.9 ± 2.4	9.6 ± 2.1	12.8 ± 4.5

(6) 懸浮固體 (SS)

月間平均濃度變化差異不大，其含量介於 0.0047 ± 0.00091 g/200ml 至 0.0148 ± 0.0034 g/200ml 之間。各測站平均濃度之變化以灣內的菜園濕地含量較低，而愈往灣外其懸浮固體含量則愈高（表 11）。懸浮固體與透明度有直接的關聯性，當透明度愈高其懸浮固體含量就會降低，反之就會增加。

表 11. 菜園濕地及馬公內灣懸浮固體 (g/200ml) 各月別變化

月別	測站					
	A	B	C	D	E	F
3	0.0062	0.0080	0.0099	0.0083	0.0085	0.0076
4	0.0060	0.0050	0.0037	0.0041	0.0039	0.0053
5	0.0088	0.0077	0.0060	0.0072	0.0100	0.0106
6	0.0089	0.0127	0.0165	0.0165	0.0161	0.0183
7	0.0068	0.0057	0.0084	0.0079	0.0077	0.0094
8	0.0047	0.0081	0.0107	0.0116	0.0087	0.0107
9	0.0012	0.0079	0.0064	0.0067	0.0071	0.0064
10	0.0043	0.0050	0.0118	0.0053	0.0071	0.0099
11	0.0020	0.0070	0.0068	0.0070	0.0078	0.0089
平均	0.0054	0.0075	0.0089	0.0083	0.0085	0.0097

(二) 馬公內灣海域浮游動物季節性變化

1. 浮游動物季節性變化

(1) 豐度

在淺海域的 C-F 測站，從 3 月至 10 月間所採集的浮游動物的月間豐度介於 $17,418 \pm 14,485$ ind./ 1000m^3 至 $171,256 \pm 69,698$ ind./ 1000m^3 之間，平均豐度為 $75,834 \pm 50,943$ ind./ 1000m^3 ，從圖 20 及表 12 可看出僅 6、8 及 10 月的豐度高於平均豐度。各測站豐度又以位於灣內的 C 測站最高，平均為 $93,362 \pm 98,595$ ind./ 1000m^3 (圖 21 及表 12)。

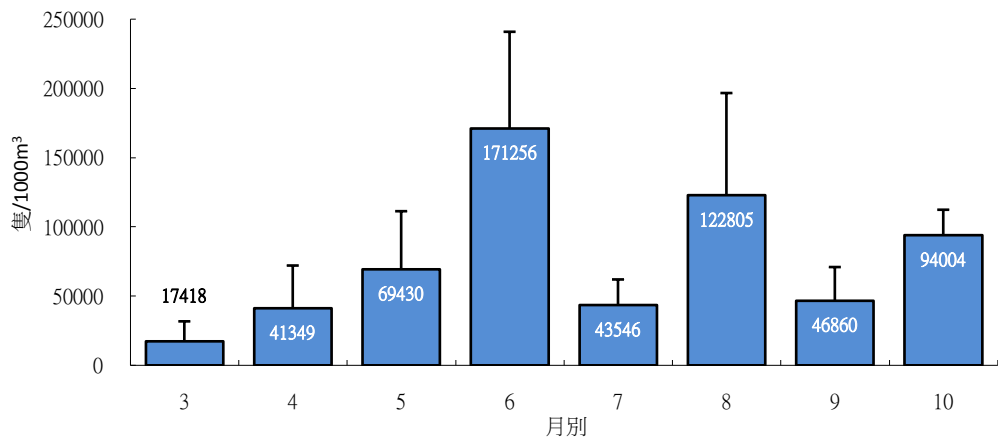


圖 20. 馬公內灣浮游動物豐度月間變化

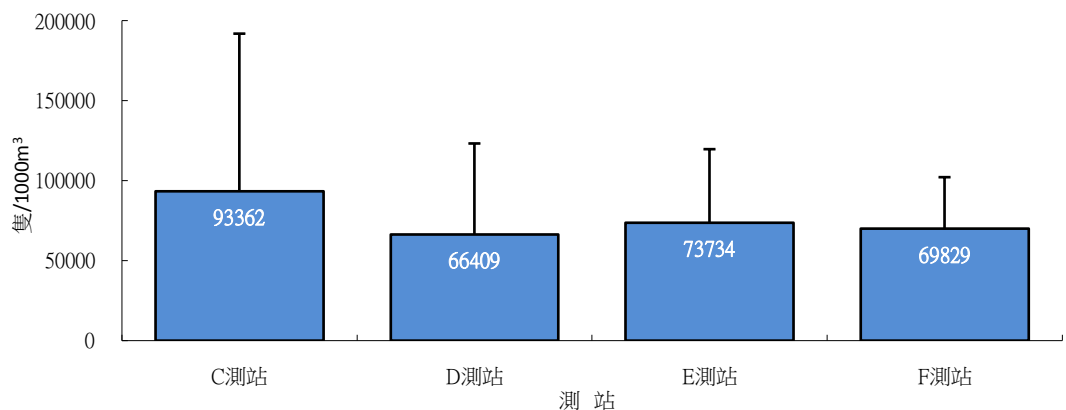


圖 21. 馬公內灣浮游動物豐度各測站變化

(2) 生物量

浮游動物的生物量介於 $7.80 \pm 2.63 \text{ g}/1000\text{m}^3$ 至 $13.68 \pm 2.46 \text{ g}/1000\text{m}^3$ 之間，平均豐度為 $10.84 \pm 2.01 \text{ g}/1000\text{m}^3$ ，從圖 22 及表 13 可看出僅 4、5、6、8 及 10 月的豐度高於平均豐度。各測站生物量 4 測站差異並不大，以位於灣外的 F 測站最高，平均為 $11.4 \pm 3.2 \text{ g}/1000\text{m}^3$ (圖 23 及表 13)。

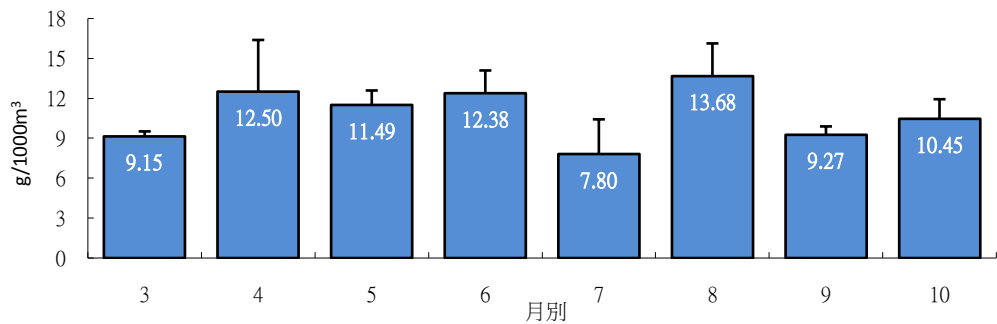


圖 22. 馬公內灣浮游動物生物量月間變化

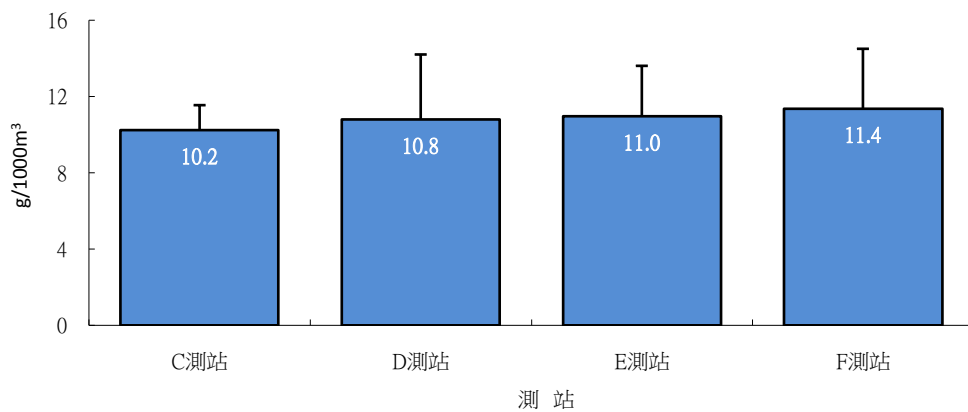


圖 23. 馬公內灣浮游動物生物量各測站變化

表 12. 馬公內灣各測站浮游動物豐度月間變化

測站 月別	C	D	E	F
3	9197	15948	38276	6251
4	29538	8462	45844	81553
5	25913	41081	103164	107562
6	265505	176807	139792	102921
7	28274	34383	41204	70323
8	226491	73327	125113	66288
9	66135	62073	12779	46452
10	95845	119195	83697	77280
平均	93362±98595	66409±56835	73734±45946	69829±32322

表 13. 馬公內灣各測站浮游動物生物量月間變化

測站 月別	C	D	E	F
3	9.17	8.74	9.65	9.02
4	10.24	10.66	10.76	18.33
5	9.87	11.71	12.33	12.05
6	11.34	14.74	10.87	12.55
7	8.45	4.05	8.46	10.23
8	12.76	14.29	16.73	10.92
9	9.86	9.71	8.51	9.01
10	10.22	12.42	10.37	8.79
平均	10.2±1.3	10.8±3.4	11.0±2.7	11.4±3.2

2. 浮游動物優勢種類月別變化

採集到的浮游動物所分成的 17 項類別中，在各月別當中均有出現的優勢類別（佔總個體數的 3%以上）以橈腳類、蟹幼生及魚卵等 3 大類別為主（圖 24）。茲就各優勢浮游動物季節性之變動說明如下：

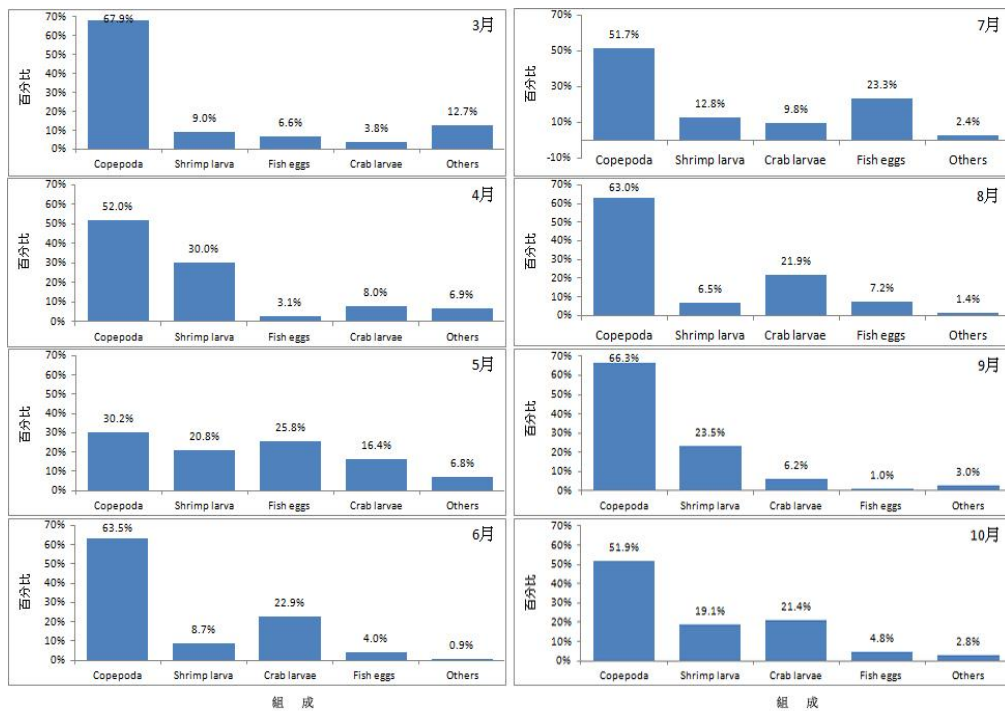


圖 24. 馬公內灣浮游動物優勢種月間變化

(1) 橈腳類

浮游性橈腳類是海洋浮游動物中數量最多的種類，而且是許多海洋魚類仔稚魚的重要食物來源 (Hunter, 1981)，一般約佔 50-80%的比例 (Huys and Boxshall, 1991; 鄭等, 1992; Turner, 2000)。從調查結果顯示，橈腳類是本調查海域最主要的浮游動物組成，占馬公內灣浮游動物組成之 30.2-68.0% 之間；全年各月間的豐度介於 $11,838 \pm 8780$ 至 $108,813 \pm 95136$ ind./1000m³ 之間，其中以 6 月的豐度最高 (圖 25 及表 14)。

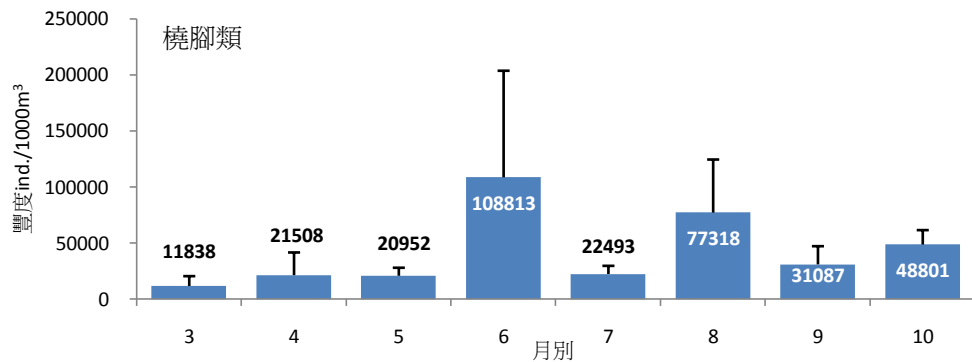


圖 25. 馬公內灣橈腳類豐度季節性變化

各測站的豐度介於 $30,683 \pm 12,939$ 至 $66,636 \pm 79,567$ ind./1000m³ 之間，以 C 測站的豐度最高 (圖 26 及表 14)。馬公內灣所採集到的橈腳類豐度有愈接近灣內豐度愈高之趨勢，尤其是近灣內的 C 測站豐度最高。Hwang *et al.* (2000) 於南海東北部進行的橈腳類研究當中，也發現，近岸測站的橈腳類豐度較遠岸測站高。

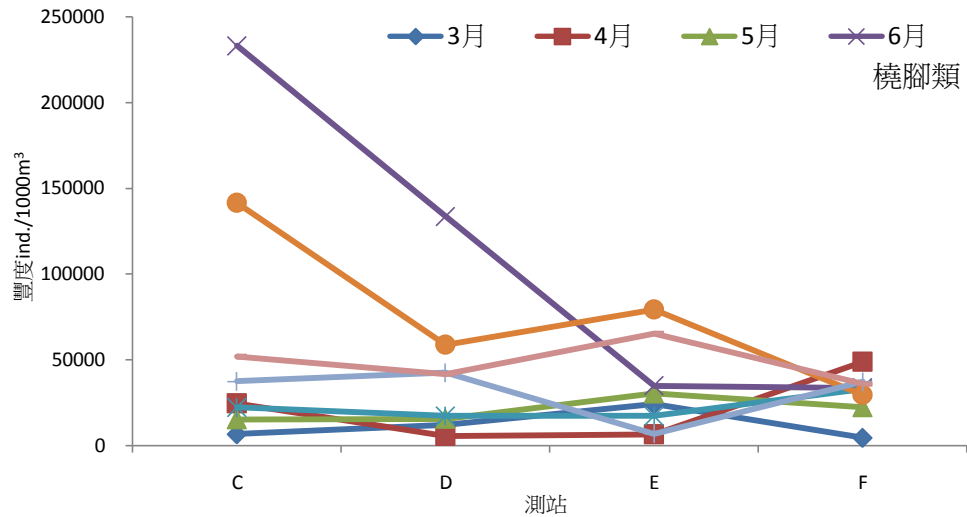


圖 26. 馬公內灣 4(C-F)測站橈腳類豐度變化

表 14. 馬公內灣各測站橈腳類豐度月間變化

測站 月別	C	D	E	F	平均
3	6662	12026.1	24130.3	4534.56	11838±8780
4	24684	5734.64	6684.7	48929.5	21508±20253
5	15302	15592.7	30474.2	22438.4	20952±7154
6	233055	133584	34885	33727	108813±95137
7	22355	17399.5	17346.9	32871	22493±7306
8	141513	58767	79338	29655	77318±47403
9	37546	42570	6953	37280	31087±16273
10	51972	41768	65434	36029	48801±12900
平均	66636±79567	40930±41707	33156±26467	30683±12939	

橈腳類的攝食方式多為濾食性，可再分成草食性與雜食性（鄭等，1992），並以草食性居多，因此橈腳類的攝食多與浮游性植物有關。但徐（2014）年針對菜園濕地藻類進行採樣分析時發現，調查海域的浮游性植物不僅物種數少且相當的匱乏。為進一步確認海域中橈腳類與浮游性植物豐度之關係，

特於 10 月份採水時，委請澎湖科技大學藻類實驗室協助分析，其結果與徐（2014）調查之結果相似，植浮性藻類的豐度相當低，僅介於 $0-0.66 \times 10^4$ 之間，且橈腳類豐度最高的 C 及 D 測站之浮游性植物甚至未檢測出。

橈腳類在海洋食物階層中占有相當重要的地位，它們的分布及豐富度的變化與其棲息環境的水文狀況有密切的關係 (Shih and Chiu, 1998; Lan *et al.*, 2008, 2009)。一般影響橈腳類分布的環境因子包括有溫度、鹽度、深度、季風與洋流等 (Colebrok, 1982; 黃等, 1991; Shih *et al.*, 2000; Stephens *et al.*, 1998; Andersen *et al.*, 2001)，因此在不同的環境條件下其組成也會不相同。根據以往的研究指出，瘦尾胸刺水蚤 (*Centropages tenuiremis*) 廣泛分布於中國大陸沿岸海域 (Huang, 1994)，且於 12-5 月間為廈門海域的主要優勢種類 (Chen *et al.*, 1998)，屬冷水性種類。藍等 (2012) 研究指，2008 年 2 月大陸沿岸流入侵至澎湖海域，造成青灣內灣海域之橈腳類種類組成發生明顯改變，且均以冷水性的瘦尾胸刺水蚤為最優勢種。但本項調查尚未針對所採集到的橈腳類進行分類與群聚之分析，無法確定馬公內灣的橈腳類族群是經由海流帶來抑或為定棲性的種類，未來將會針對所採集到的樣本進一步

解析以究明其組成與植浮性藻類之關係。

(2) 蟹幼生

是指從雌蟹所孵化之蟹類幼體 (larvae) 至大眼幼體 (megalopae) 的浮游階段。蟹幼生是馬公內灣海域浮游動物的次要組成，占馬公內灣浮游動物組成之 3.8-30.0%之間；全年各月間的豐度介於 $2,897 \pm 2,818$ 至 $26,862 \pm 28,359$ ind./1000m³ 之間，以 8 月的豐度最高 (圖 27 及表 15)。各測站的豐度介於 $15,090 \pm 16,592$ 至 $19,148 \pm 20,549$ ind./1000m³ 之間，(圖 28 及表 15)。

澎湖沿岸具經濟性價值的蟹類相當多，包括遠海梭子蟹 (*Portunus pelagicus*)、紅星梭子蟹 (*P. sanguinolentus*)、漢氏梭子蟹 (*P. haanii*)、鋸緣青蟹 (*Scylla serrata*)、善泳蟬 (*Charybdis natator*) 及顆粒蟬 (*C. granulata*) 等 (洗及鄭, 2005)，從結果顯示，蟹幼生的資源量在馬公內灣海域豐度相當高，但近年來這些蟹類資源量有逐漸萎縮現象，尤以喜棲息於灣內的遠海梭子蟹更為明顯。而有關於這些蟹種之幼生變態、生殖生物學及資源現況等並未有太多的研究，故不易就目前的管理措施或政策提出較具體且有效的建議。

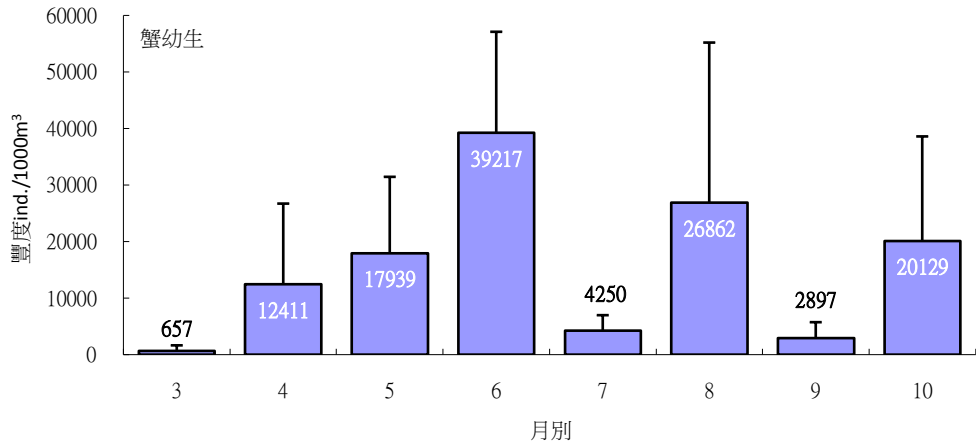


圖 27. 馬公內灣海域蟹幼豐度季節性變化

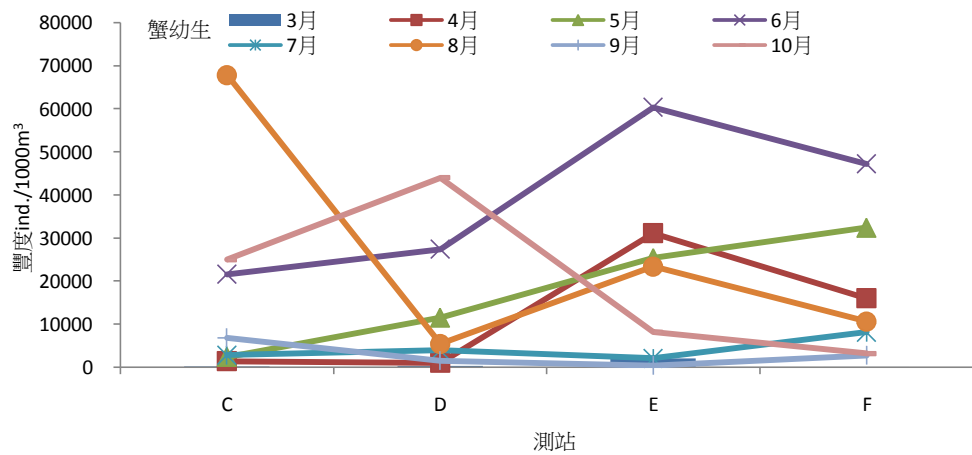


圖 28. 馬公內灣 4(C-F)測站蟹幼生豐度變化

表 15. 馬公內灣各測站蟹幼生豐度月間變化

測站 月別	C	D	E	F	平均
3	208	271	2092	58	657±961
4	1420	1052	31134	16040	12411±14301
5	2414	11537	25374	32432	17939±13508
6	21626	27485	60415	47340	39217±17911
7	2874	3883	2082	8161	4250±2710
8	67866	5478	23436	10667	26862±28359
9	6867	1492	430	2799	2897±2818
10	25021	44051	8218	3224	20129±18474
平均	16037±23007	11906±15782	19148±20549	15090±16592	

(3) 魚卵

魚卵是馬公內灣海域第3優勢類別的浮游動物，占馬公內灣浮游動物組成之1.0-23.3%之間；全年各月間的豐度介於455±388至11,399±15,095 ind./1000m³之間，以5月的豐度最高(圖29及表16)。各測站的豐度介於864±591至10,530±11,819 ind./1000m³之間，(圖30及表16)。整體來說，測站海域的魚卵豐度愈近灣外其豐度愈高，呈現明顯梯度之變化。

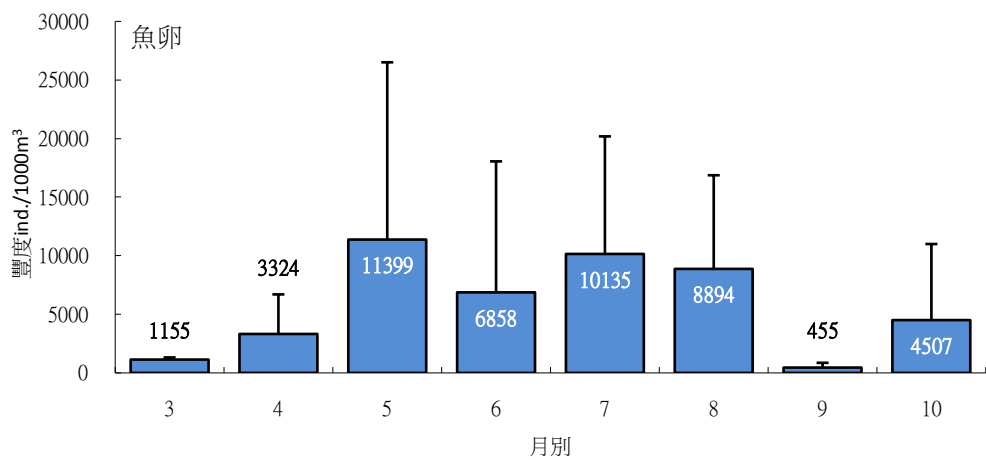


圖 29. 馬公內灣海域魚卵豐度季節性變化

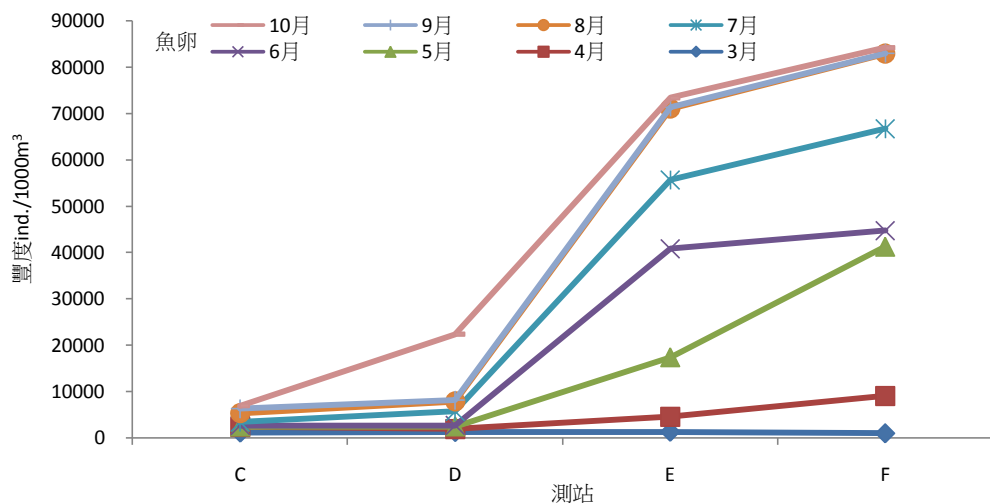


圖 30. 馬公內灣 4(C-F)測站魚卵豐度變化

表 16. 馬公內灣各測站魚卵豐度月間變化

月別 \ 測站	C	D	E	F
3	1119	1241	1295	963
4	1282	648	3296	8069
5	16	548	12791	32240
6	264	237	23475	3453
7	724	3000	14816	22000
8	1877	2135	15375	16189
9	1012	373	322	114
10	620	14185	2016	1209
平均	864±591	2796±4700	9173±8570	10530±11819

(三) 馬公內灣海域仔稚魚季節性變化

1. 仔稚魚豐度變化

在淺海域的 C-F 測站，從 3 月至 11 月間所採集的仔稚魚的月間豐度介於 34 ± 25 ind./1000m³ 至 $1,277 \pm 1,414$ ind./1000m³ 之間，平均豐度為 394 ± 476 ind./1000m³，從圖 31 及表 17 可看出僅 4、5 及 8 月的豐度高於平均豐度。各測站豐度介於 151 ± 233 ind./1000m³ 至 $672 \pm 1,076$ ind./1000m³ 之間，以位於牡蠣養殖與箱網養殖區間的 D 測站最高（圖 32 及表 17）。

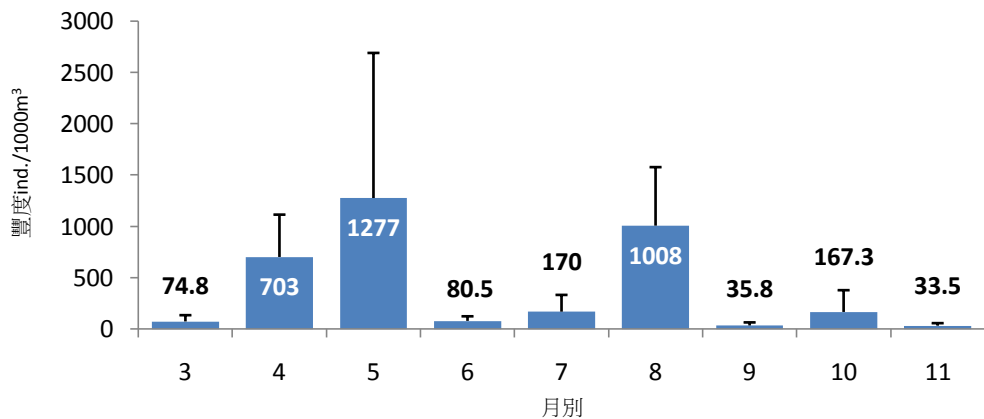


圖 31. 馬公內灣海域仔稚魚豐度季節性變化

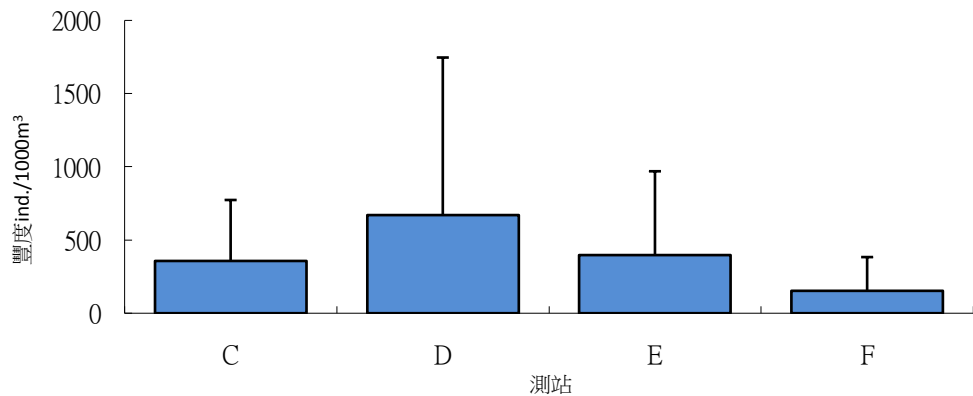


圖 32. 馬公內灣 4(C-F)測站仔稚魚豐度變化

表 17. 馬公內灣各測站仔稚魚豐度月間變化

測站 月別	C	D	E	F	平均
3	154	89	40	16	75±61
4	1187	640	795	190	703±412
5	401	3389	624	694	1277±1413
6	48	95	137	42	81±45
7	374	229	50	27	170±163
8	893	1063	1730	346	1008±570
9	76	38	22	7	36±30
10	46	481	110	32	167±212
11	38	21	66	9	34±25
平均	357±417	672±1076	397±574	151±233	

浮游性橈腳類的豐度及組成常隨魚類族群數量及組成之變動而有所改變(Gliwicz and Pijanowska, 1989; Pauly *et al.*, 1998)。經比較仔稚魚與橈腳類的月別豐度可發現，在仔稚魚出現高鋒的 4-5 月與 8 月，此時期橈腳類的恰呈現豐度偏低階段。仔稚魚在 6 月豐度驟降，卻是橈腳類全年豐度最高時期。

2. 仔稚魚季節性變化

調查期間共採集了 27 科 46 種 14,213 尾仔稚魚，包括 2,549 尾標本因破損或卵黃囊期仔魚及 95 尾尚未能鑑定的仔魚（附錄 1）。各月間組成變化在 3 月為 6 科 9 種 299 尾（含 4 尾標本因破損或卵黃囊期仔魚），4 月 9 科 12 種 2,812 尾（含 523 尾標本因破損或卵黃囊期仔魚及 6 尾尚未能鑑定的仔魚），5 月

16 科 30 種 5,108 尾 (含 1,406 尾標本因破損或卵黃囊期仔魚及 7 尾尚未能鑑定的仔魚); 6 月 10 科 17 種 322 尾 (含 29 尾標本因破損或卵黃囊期仔魚及 17 尾尚未能鑑定的仔魚); 7 月 11 科 15 種 680 尾 (含 21 尾標本因破損或卵黃囊期仔魚及 7 尾尚未能鑑定的仔魚); 8 月 11 科 12 種 4032 尾 (含 388 尾標本因破損或卵黃囊期仔魚及 43 尾尚未能鑑定的仔魚); 9 月 4 科 5 種 143 尾 (含 43 尾標本因破損或卵黃囊期仔魚及 1 尾尚未能鑑定的仔魚); 10 月 9 科 12 種 669 尾 (含 120 尾標本因破損或卵黃囊期仔魚及 4 尾尚未能鑑定的仔魚); 11 月 9 科 10 種 134 尾 (含 15 尾標本因破損或卵黃囊期仔魚及 10 尾尚未能鑑定的仔魚)。

所採集的仔稚魚蜥肩鰷 (*Omobranchus anolius*) 為台灣新記錄種魚類 (圖 33), 除 3-4 月未有採集記錄外, 其餘月份均有出現, 5 及 8 月各出現 1 個高鋒, 以 8 月最高 (圖 34 左); 各測站以 D 測站豐度最高 (圖 34 右)。

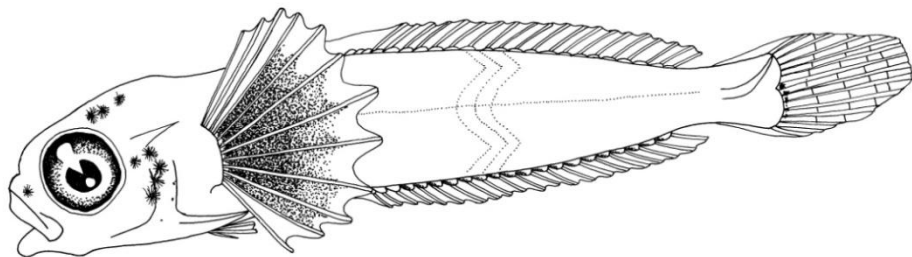


圖 33. 馬公內灣所採獲的臺灣新紀錄種蜥肩鰷 (*Omobranchus anolius*) 仔稚魚。

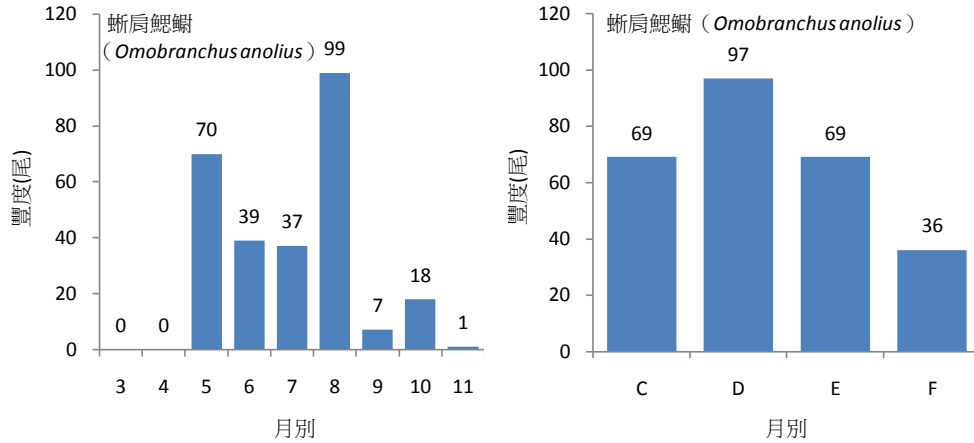


圖 34. 馬公內灣蜥肩鰷月別（左）與測站（右）豐度變化

3. 仔稚魚的種類組成

在所採獲已鑑定的 27 科魚類中，數目以天竺鯛科 (Apogonidae) 5 種占 10.9% 最多，其次分別為鯛科 (Sparidae) 4 種 (8.7%)、鰯科 (Blenniidae) 及金梭魚科 (Sphyraenidae) 各有 3 種 (各 6.5%)、鯆科 (Clupeidae)、銀漢魚科 (Atherinidae)、鱚科 (Carangidae)、鰻科 (Leiognathidae)、三鰭鰯科 (Tripterygiidae)、鰕虎魚科 (Gobiidae)、鯖科 (Scombridae) 及單棘魷科 (Monacanthidae) 各 2 種 (各 4.4%)，其餘 14 科僅各 1 種 (各 2.2%)，詳如表 18 所示。

表 18. 馬公內灣所採集之仔稚魚主要優勢科種數組成

科中文名	科名	種類數	百分比
鯆科	Clupeidae	2	4.35%
銀漢魚科	Atherinidae	2	4.35%
天竺鯛科	Apogonidae	5	10.87%
鱚科	Carangidae	2	4.35%
鰻科	Leiognathidae	2	4.35%
鯛科	Sparidae	4	8.70%
三鰭鰯科	Tripterygiidae	2	4.35%
鰯科	Blenniidae	3	6.52%
鰕虎魚科	Gobiidae	2	4.35%
金梭魚科	Sphyraenidae	3	6.52%
鯖科	Scombridae	2	4.35%
單棘魷科	Monacanthidae	2	4.35%

4. 仔稚魚種類組成月間變動情形

各月別所採集的仔稚魚魚種數介於 5-30 種之間，平均為 13.4 ± 7.1 種，其中又僅 5-7 月所採獲的魚種數高於平均值（圖 35）。

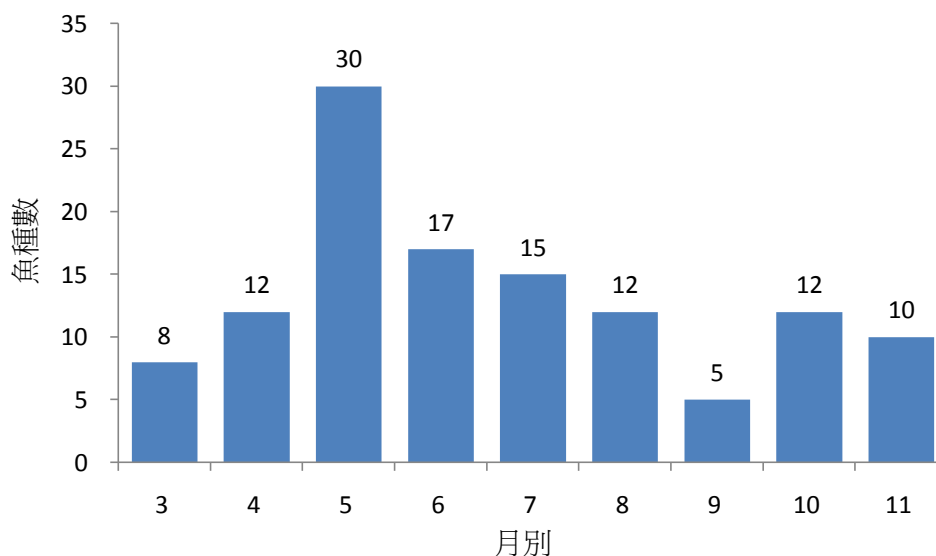


圖 35. 馬公內灣仔稚魚月間魚種變化

5. 仔稚魚優勢種季節性變化

在所採獲已鑑定的 46 種仔稚魚以鰕虎魚科 (Gobiidae) 6430 尾占 45.2% 最多，其次依序為八部副鰕 (*Parablennius yatabei*) 1360 尾(9.6%)、雀鯛科 (Pomacentridae) 1349 尾 (9.5%)、黃鰭棘鯛 (*Acanthopagrus latus*) 870 尾(6.1%)及黑棘鯛 (*Acanthopagrus schlegelii*) 423 尾(3.0%)，這 5 種優勢種合計有 10432 尾占總尾數 73.4%，其餘種類所佔之比例均不及 3%。

在調查海域各測站所採集的 5 種優勢種季節性變化，茲分

述如下：

(1) 鰕虎魚科 (Gobiidae gen)

在全程調查共採集 6430 尾占 45.2%最多，月間豐度介於 7-2343 尾之間，平均為 714 ± 945 尾，全年豐度變化共出現 2 個高峰，分別為 4-5 月與 8 月，全年度的主鋒出現於 8 月(圖 36)。

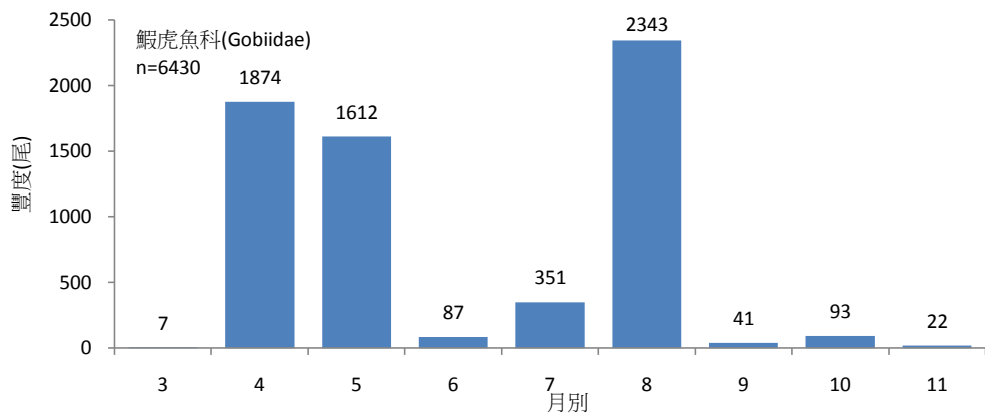


圖 36. 馬公內灣鰕虎魚科仔稚魚季節性變化

(2) 八部副鰕 (*Parablennius yatabei*)

在全程調查共採集 1360 尾占 9.6%，月間豐度介於 24-536 尾之間，平均為 151 ± 169 尾，全年豐度變化共出現 2 個高峰，分別為 5 與 8 月，全年度的主鋒出現於 8 月 (圖 37)。

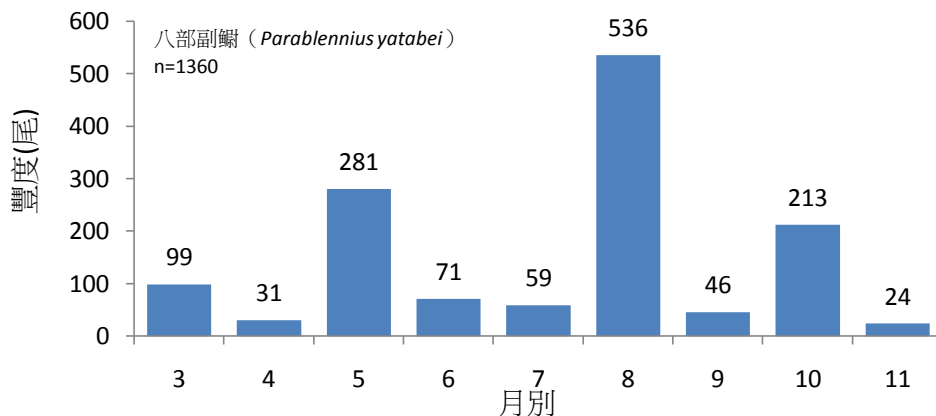


圖 37. 馬公內灣八部副鰕仔稚魚季節性變化

(3) 雀鯛科 (Pomacentridae gen)

在全程調查共採集 1349 尾占 9.5%，月間豐度介於 2-561 尾之間，平均為 150 ± 179 尾，全年豐度變化共出現 2 個高峰，分別為 5 與 8 月，全年度的主鋒出現於 8 月（圖 38）。

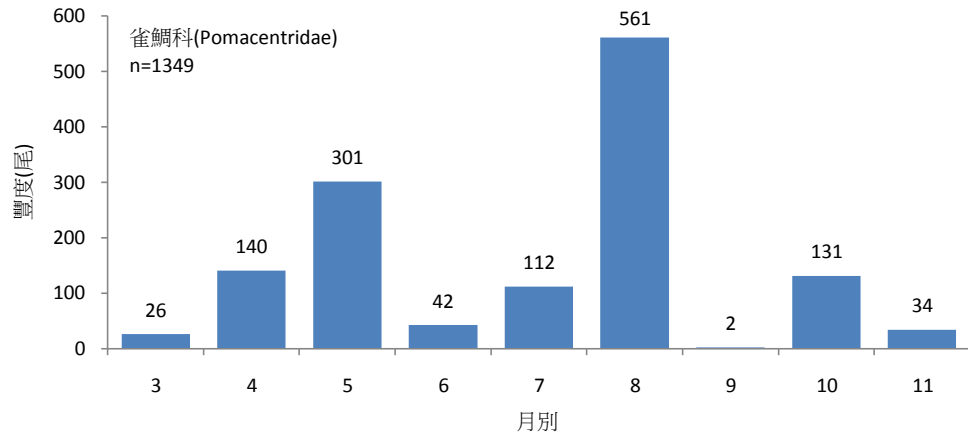


圖 38. 馬公內灣雀鯛科仔稚魚季節性變化

(4) 黃鰭棘鯛 (*Acanthopagrus latus*)

全程調查共採集 870 尾占 6.1%最多，月間豐度介於 0-722 尾之間，平均為 96.7 ± 237.2 尾，全年豐度變化僅於 6 月出現 1 個高峰（圖 39）。

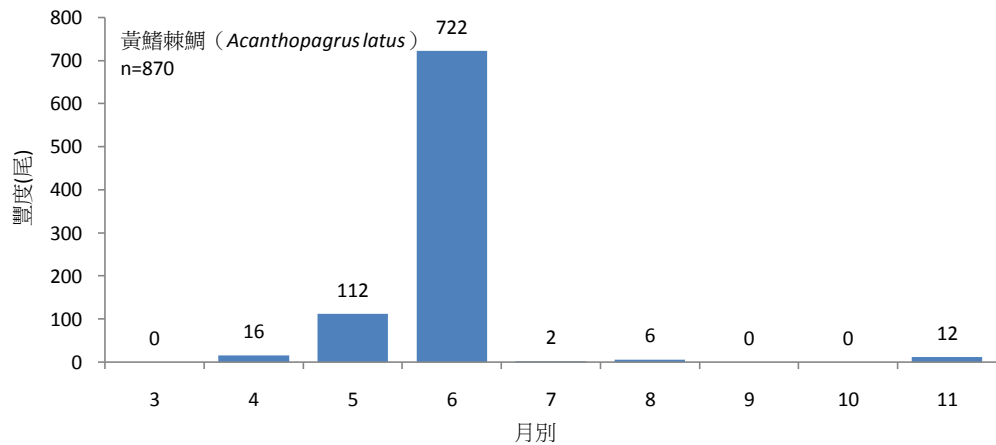


圖 39. 馬公內灣黃鰭棘鯛仔稚魚季節性變化

(5) 黑棘鯛 (*Acanthopagrus schlegeli*)

全程調查共採集 423 尾占 3.0%，月間豐度介於 0-234 尾之間，平均為 47.0 ± 80.9 尾，全年豐度變化僅 4-7 月有採集記錄，高峰出現於 6 月（圖 40）。

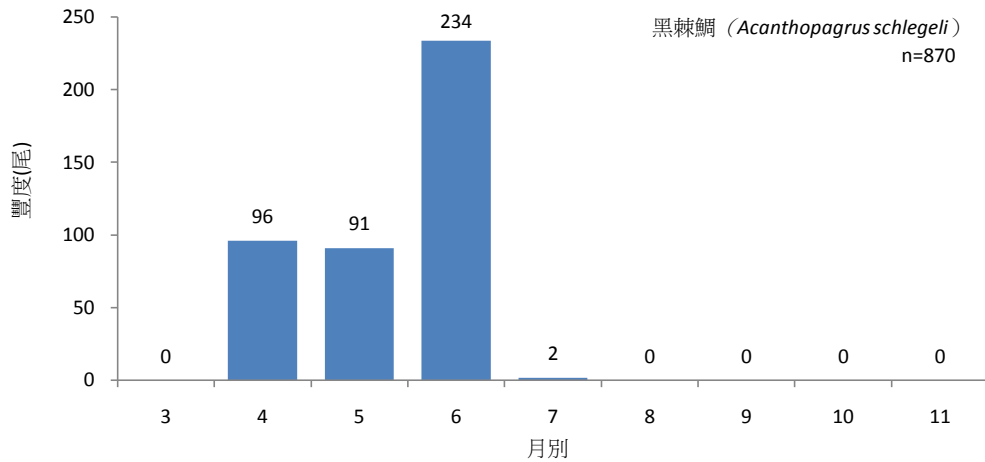


圖 40. 馬公內灣黑棘鯛仔稚魚季節性變化

6. 各測站仔稚魚組成與優勢種季節性變化

(1) C 測站

調查期間本測站共採集 16 科 24 種 3220 尾的仔稚魚，另標本因破損或卵黃囊期仔魚(體長在 1.5mm 以下)計有 230 尾，尚未能鑑定的仔魚計有 21 尾。所採集已鑑定 24 種仔稚魚的優勢種計有 4 種，以鰕虎魚科(Gobiidae)2203 尾占 68.4%最多，其次依序為八部副鰯 (*Parablennius yatabei*)254 尾(7.9%)、雀鯛科 (Pomacentridae gen) 137 尾(4.3%)及黑棘鯛 (*Acanthopagrus schlegeli*) 108 尾(3.4%)。這 4 種優勢種合

計有 2702 尾占總尾數 84.0%。

(2)D 測站

調查期間本測站共採集 16 科 28 種 6050 尾的仔稚魚，另標本因破損或卵黃囊期仔魚（體長在 1.5mm 以下）計有 1268 尾，尚未能鑑定的仔魚計有 42 尾。所採集已鑑定 28 種仔稚魚的優勢種計有 5 種，以鰕虎魚科 (Gobiidae) 2287 尾占 37.8% 最多，其次依序為八部副鰈 (*Parablennius yatabei*) 758 尾 (12.5%)、黃鰭棘鯛 (*Acanthopagrus latus*) 562 尾 (9.3%)、雀鯛科 (Pomacentridae) 367 尾 (6.1%) 及黑棘鯛 (*Acanthopagrus schlegeli*) 217 尾 (3.6%)。這 5 種優勢種合計有 4191 尾占總尾數 69.3%。

(3)E 測站

調查期間本測站共採集 16 科 26 種 3578 尾的仔稚魚，另標本因破損或卵黃囊期仔魚(體長在 1.5mm 以下)計有 594 尾，尚未能鑑定的仔魚計有 24 尾。所採集已鑑定 26 種仔稚魚的優勢種計有 4 種，以鰕虎魚科(Gobiidae)1666 尾占 46.6%最多，其次依序為雀鯛科 (Pomacentridae) 572 尾(16.0%)、八部副鰈 (*Parablennius yatabei*) 305 尾 (8.8%) 及黃鰭棘鯛 (*Acanthopagrus latus*) 137 尾(3.8%)。這 4 種優勢種合計有

2680 尾占總尾數 75.2%。

(4)F 測站

調查期間本測站共採集 17 科 27 種 1364 尾的仔稚魚，另標本因破損或卵黃囊期仔魚(體長在 1.5mm 以下)計有 457 尾，尚未能鑑定的仔魚計有 8 尾。所採集已鑑定 27 種仔稚魚的優勢種計有 5 種，以鰕虎魚科(Gobiidae) 274 尾 20.1%占最多，其次依序為雀鯛科(Pomacentridae) 273 尾(20.0%)、黃鰭棘鯛 (*Acanthopagrus latus*) 113 尾 (8.3%)、黑棘鯛 (*Acanthopagrus schlegeli*) 55 尾(4.0%)、及八部副鯛 (*Parablennius yatabei*) 43 尾(3.2%)。這 5 種優勢種合計有 758 尾占總尾數 55.6%。

四、結論與建議

(一) 結論

1. 菜園濕地及馬公內灣水質環境監測

(1) 環境背景季節性之變化

A. 水溫

月間變化介於 18°C-32°C 之間。調查海域近灣內的環境較為封閉，海水交換不易，在氣溫偏低的季節測站易受氣溫與季風之影響，水溫有愈低之趨勢；而灣外因海水容易與海流進行交換，在氣溫偏高的季節，水溫有愈高之趨勢。

B. 鹽度

月間變化介於 0-36 psu 之間，平均 23.6 ± 14.5 psu。菜園濕地的 A 及 B 測站屬較封閉之環境，且緊鄰水源區，鹽度易受日照或淡水挹注之影響而起伏變化大，C-F 測站屬淺海域鹽度變化相對穩定。

C. 溶氧

月間變化介於 3.2 至 4.6 mg/L 間，各測站溶氧有愈往灣內的測站愈降低的趨勢。

D. 透明度

「淺水域」菜園濕地的 A 及 B 測站水質清澈見底，「淺海域」

的 4 個測站月間變化介於 2.8 至 11.5m 間，各測站愈往灣外透明度有降低之趨勢。

(2) 水質監測與季節性之變化

A. 亞硝酸鹽

月間變化介於 0.02-0.09 mg/L 之間，以 8 月份的平均濃度最高，各測站所測之值有愈往灣外愈遞減的現象。

B. 氨氮

月間變化低於 0.20 mg/L，均符合環保署所公告甲類海水硝酸鹽氮 0.3 mg/L 的最大容許量範圍內。

C. 總磷

全年僅菜園濕地的 A 測站在 9 與 10 月所測得的總磷有超標現象，分別為 2.82 與 0.12 mg/L，可能與雨水沖刷滲透的現象有關連；其餘各月各測站的含量均低於 0.05 mg/L，均符合環保署所公告甲類海水總磷最大容許量範圍內。

D. 生化需氧量

月間平均濃度變化不大，在 0.10 ± 0.05 - 0.86 ± 0.35 mg/L 之間，均符合環保署所規範公告的甲類海域在 2 mg/L 以下之標準。

E. 化學需氧量

月間平均濃度變化不大，其中以 3 月平均為在 5.0 mg/L 以下的含量最低，而 5 月平均為 16.20 mg/L 的含量最高。各測站所測之平均值以 A 測站 16.7 ± 13.2 mg/L 最高，甚至高於 B 測站近 2 倍，顯示注入雙湖園民生廢水含有較高的汙染物質，未來有關本區的排放水之品質，應提供環保局作為監測與改善之參考。

F. 懸浮固體

月間平均濃度變化差異不大，其含量在 0.0047 ± 0.00091 g/200ml 至 0.0148 ± 0.0034 g/200ml 之間。各測站平均濃度之變化以灣內的菜園濕地含量較低，而愈往灣外其懸浮固體含量則愈高。

2. 馬公內灣海域浮游動物季節性變化

(1) 浮游動物豐度季節性變化

月間變化介於 $17,418 \pm 14,485$ ind./ 1000m^3 至 $171,256 \pm 69,698$ ind./ 1000m^3 之間。

(2) 浮游動物生物量變化

月間變化介於 7.80 ± 2.63 g/ 1000m^3 至 13.68 ± 2.46 g/ 1000m^3 之間，平均豐度為 10.84 ± 2.01 g/ 1000m^3 。

(3) 浮游動物優勢種類月別變化

各月別的優勢類別以橈腳類、蟹幼生及魚卵等 3 大類別。

3. 馬公內灣海域仔稚魚季節性變化

(1) 仔稚魚豐度

月間豐度介於 34 ± 25 ind./1000m³ 至 $1,277 \pm 1,414$ ind./1000m³ 之間，平均豐度為 394 ± 476 ind./1000m³。

(2) 仔稚魚的種類組成

調查期間共記錄了 27 科 46 種 14,213 尾仔稚魚，包括 1,983 尾標本因破損或卵黃囊期仔魚（體長在 1.5mm 以下）及 37 尾尚未能鑑定的仔魚。所採集的仔稚魚蜥肩鰷（*Omobranchus anolius*）為台灣新記錄種魚類。

(3) 仔稚魚的種類組成月間之變動

各月別所採集的仔稚魚魚種數介於 5-30 種之間，平均為 13.4 ± 7.1 種，其中又僅 5-7 月所採獲的魚種數有高於平均值。

(4) 主要優勢魚種

包括鰕虎魚科（Gobiidae）6430 尾占 45.2% 最多，其次依序為八部副鰷（*Parablennius yatabei*）1360 尾（9.6%）、雀鯛科（Pomacentridae）1349 尾（9.5%）、黃鰭棘鯛（*Acanthopagrus latus*）870 尾（6.1%）及黑棘鯛（*Acanthopagrus schlegeli*）423 尾（3.0%）。

(5) 各測站仔稚魚組成與優勢種季節性變化

C 測站，共採集 16 科 24 種 3220 尾的仔稚魚；D 測站，共採集 16 科 28 種 6050 尾的仔稚魚；E 測站，共採集 16 科 26 種 3578 尾的仔稚魚；F 測站，共採集 17 科 27 種 1364 尾的仔稚魚。

(二) 建議

1. 整體來說，從各測站所檢測的水質基本上均符合環保署所規範的甲類海域，唯位於菜園濕地的 A 測站的亞硝酸鹽 (NO_2^-)、磷酸 (PO_4^{3-}) 及化學需氧量 (COD) 在 8-11 月之後有偏高的現象，此可能與注入雙湖園的民生廢水含有如清潔劑的汙染物質有關，而影響排放水之品質，建議農漁局將所檢測相關數據提供環保局作為監測與改善用。
2. 馬公內灣海域擁有豐富的橈腳類資源，未來應究明其物種組成與植浮性藻類之關係，探討其與漁業資源關聯性，進而提供為環境指標生物。
3. 未來應針對澎湖沿岸產的經濟性蟹類進行幼生變態、生殖生物學及資源現況等相關研究，以提出具體且有效的管理措施或政策擬定之建議。

伍、參考文獻

冼宜樂、鄭明修 (2005) 澎湖的蟹類。水產試驗所特刊第 7 號，239 頁。

徐振豐 (2014) 澎湖菜園濕地之藻類現況。澎湖濕地暨生物多樣性生態研討會。

蔡萬生、胡興華 (1986) 澎湖內灣環境調查。台灣省水試澎所報彙集，5:97-127。

黃加祺、李少菁、陳亞萍 (1991) 福建羅原灣浮橈足類的分布。台灣海峽，10(1):46-51。

夏世福、劉效舜 (1960) 海洋水產資源調查手冊。黃海水產研究所，530 頁。

鄭重、李少菁、許振組 (1992) 海洋浮游生物學。水產出版社，661 頁。

Andersen, V., A. Gubanova, P. Nival and T. Ruellet (2001) Zooplankton community during the transition from spring bloom to oligotrophy in the open NW Mediterranean and effects of wind events. 2. Vertical distributions and migrations. *J. Plankton Res.*, 23:243-261.

Chen, R. X., J. H. Lin, M. Lin and Y. Y. Dai (1998) Ecological study on zooplankton in western Xiamen Harbour. *J. Oceanogr. Taiwan Strait*, 17:294-298 (in Chinese with English abstract).

Colebrook, J. M. (1982) Continuous plankton records: seasonal variations in the distribution and abundance of plankton

in the North Atlantic Ocean and North Sea. *J. Plankton Res.*, 4:435-462.

Gliwicz, M. and J. Pijanowska (1989) The role of predation in zooplankton succession, *In Plankton Ecology: Succession in Plankton Communities* (U. Sommer ed.). Springer-Verlag, Berlin, 253-296.

Huang, Z. G. (1994) Marine species and their distribution in China's Ocean Press, Beijing (in Chinese).

Hunter, J. R. (1981) Feeding ecology and predation of marine fish larvae. *In Marome Fish Larvae* (R. Lasker ed.), Washington Sea Grant Pub., Seattle, pp-34-77.

Huys, R. and G. A. Boxshall (1991) Copepod evolution. *The Ray Society, London.* 9-14.

Hwang, J. S., Q. Chen, W. T. Lo and M. P. Chen (2000) Taxonomic composition and abundance of the copepods in coastal northeastern South China Sea. *Nat'l. Mus. Taiwan Spec. Publ.*, 10:101-108.

Lan, Y. C., M. A. Lee, W. Y. Chen, F. J. Hsieh, J. Y. Pan, D. C. Liu and W. C. Su (2008) Seasonal relationships between the copepod community and hydrographic conditions in the southern East China Sea. *ICES J. Mar. Sci.*, 65:462-468.

Lan, Y. C., M. A. Lee, C. H. Liao and K. T. Lee (2009) Copepod community structure of the winter frontal zone induced by the Kuroshio Branch Current and the China Coastal Current in the Taiwan Strait. *J. Mar. Sci. Technol.*, 17(1):1-6.

Pauly, D., V. Christensen, J. Dalsgaard, R. Froes and F. C. J. Torres (1998) Fishing down marine food webs. *Science*, 279:860-863.

Shih, C. T. and T. S. Chiu (1998) Copepod diversity in the water masses of the southern East China Sea north of Taiwan. *J. Mar. Syst.*, 15:533-542.

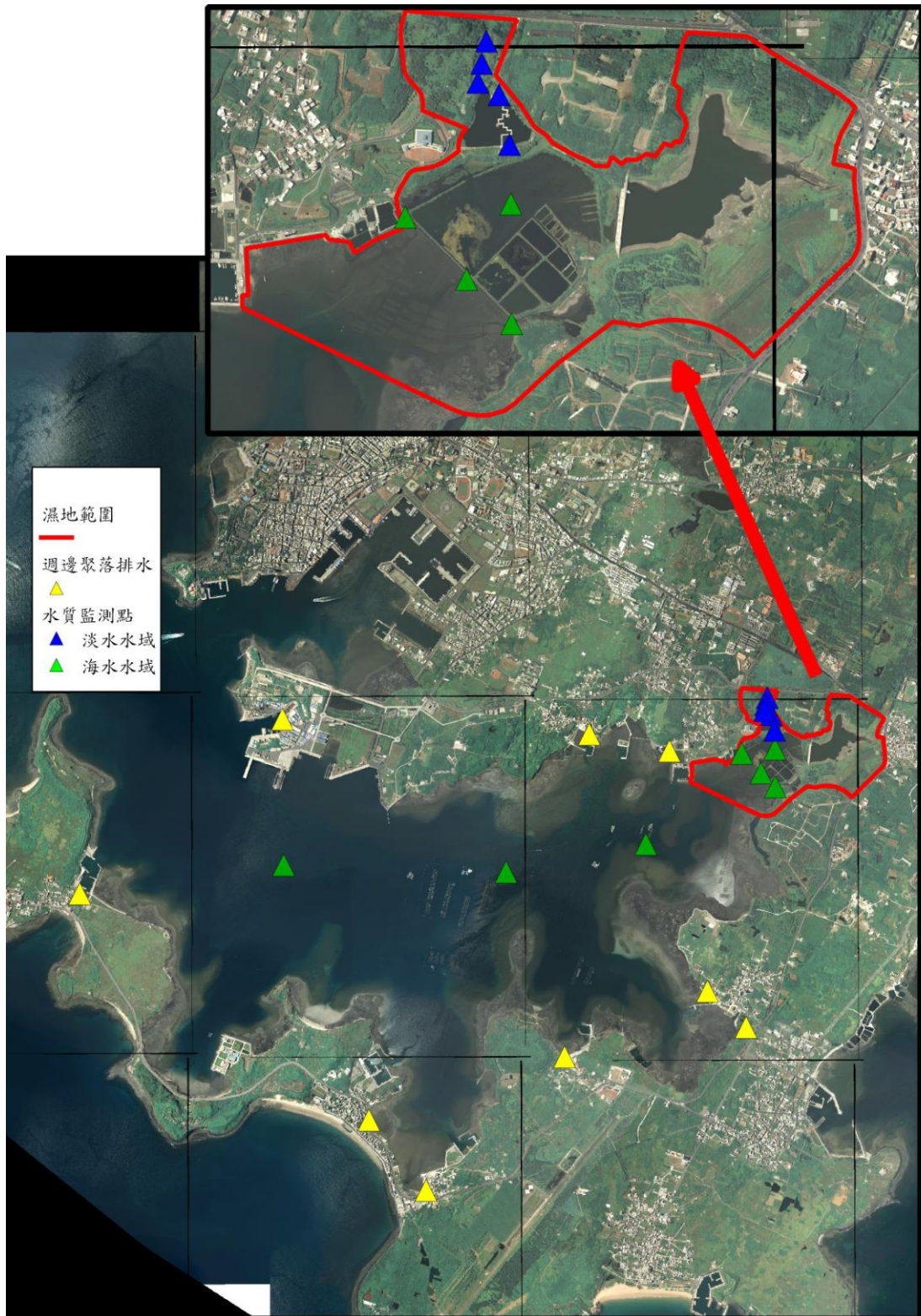
Shih, C. T., J. S. Hwang and W. B. Huang (2000) Planktonic copepods from an upwelling station north of Taiwan, western North Pacific. *Nat'l. Mus. Taiwan Spec. Publ.*, 10:19-35.

Stephens, J. A., M. B. Jordan, A. H. Taylor and R. Proctor (1998)

The effects of fluctuations in North Sea flows on zooplankton abundance. *J. Plankton RES.*, 20:943–956.

Turner, J. T. (2000) Feeding ecology of marine copepods: an overview of recent studies and emerging issues. *Nat'l. Mus. Taiwan Spec. Publ.*, 10:37-57.

附錄 1. 菜園濕地周邊聚落排水及水質採樣測站位置示意圖



資料來源：參考 103 年澎湖縣政府農漁局委託國立澎湖科技大學辦理「訂定菜園濕地保育利用計畫」案

附錄 1. 2015 年 3-11 月馬公內灣海域 4 (C-F) 測站仔稚魚豐度與組成 (1/6)

Family 科 \ 月別 Species 種 \ 測站	3 月				4 月				5 月				6 月				7 月				
	C	D	E	F	C	D	E	F	C	D	E	F	C	D	E	F	C	D	E	F	
Clupeidae 鯧科																					
<i>Sardinella zunasi</i>											26	17	7								
<i>Spratelloides gracilis</i>									1												
Synodontidae 合齒科																					
<i>Trachinocephalus myops</i>																					3
Paralepididae 魴蜥魚科																					
<i>Lestidium</i> sp.2																					
Atherinidae 銀漢魚科																					
<i>Atherinomorus lacunosus</i>									1	7											
<i>Hypoatherina valenciennei</i>										1											
Platycephalidae 牛尾魚科																					
<i>Platycephalus indicus</i>											1										
Serranidae 鮭科																					
gen sp.																					1
Priacanthidae 大眼鯛科																					
<i>Priacanthus macracanthus</i>													10	2							
Apogonidae 天竺鯛科																					
<i>Apogon lineatus</i>																					2
<i>Apogon notatus</i>									8	4											1
<i>Gymnapogon</i> sp.																					
gen sp.1																					
gen sp.3															2	3	2	12			
Sillaginidae 沙鯪科																					
gen sp.																					
Carangidae 鯧科																					
<i>Selar crumenophthalmus</i>																					
gen sp.									5	1	2	26	2				6	4	1		
Leiognathidae 鰻科																					
<i>Leiognathus</i> sp.3																					1
gen sp.																					
Lutjanidae 笛鯛科																					
gen sp.																					
Sparidae 鯛科																					
<i>Acanthopagrus schlegeli</i>	71	12	8	5	6	55	7	23	31	150	28	25									2
<i>Acanthopagrus latus</i>		15	1		41	16	34	21	17	518	95	92		2							6

附錄 1. 2015 年 3-11 月馬公內灣海域 4 (C-F) 測站仔稚魚豐度與組成 (2/6) 續

Family 科 \ 月別 Species 種 \ 測站	3 月				4 月				5 月				6 月				7 月			
	C	D	E	F	C	D	E	F	C	D	E	F	C	D	E	F	C	D	E	F
Sparidae 鯛科																				
<i>Pagrus major</i> gen sp.									9	147	14	17					11			
Mullidae 鬚鯛科 gen sp.										23							2			
Terapontidae 鯛科 <i>Pelates sexlineatus</i>	2																			2
Pomacentridae 雀鯛科 gen spp.	17	1	5	3	55	35	26	24	7	128	10	156	1	8	20	13	33	65	4	10
Tripterygiidae 三鰭鰈科 <i>Enneapterygius etheostomus</i> gen sp.	4	2		2	1	1		1	1			6	1	2		2			1	1
Blenniidae 鰨科 <i>Omobranchus anolius</i>									19	24	12	15	16	14	6	3	16	16	4	1
<i>Parablennius yatabei</i> gen spp.	51	40	8		1	13	17		13	255	4	9	11	16	31	13	19	34	4	2
Gobiidae 蝦虎魚科 <i>Mugilogobius abei</i> gen spp.	9	15	13	2	4	1	2	1			8	2		10						
鼠銜魚科 <i>Repomucenus</i> sp.		4	1	2	910	344	551	69	227	1055	248	82	15	32	35	5	264	70	11	6
Sphyraenidae 金梭魚科 <i>Sphyraena flavicauda</i> <i>Sphyraena</i> sp. gen sp.									6	20	6		1							
Scombridae 鯖科 <i>Auxis</i> sp.1(<i>thazard</i>) gen sp.																				3
Pleuronectidae 蝶科 <i>Verasper variegatus</i>							2	4		32	8			2						
Bothidae 鮓科 gen sp.										1										
Monacanthidae 單棘魨科 <i>Monacanthus chinensis</i> <i>Rudarius ercodes</i>					1				2								2	1		

附錄 1. 2015 年 3-11 月馬公內灣海域 4 (C-F) 測站仔稚魚豐度與組成 (3/6) 續

Family 科 \ 月別	3 月				4 月				5 月				6 月				7 月			
Species 種 \ 測站	C	D	E	F	C	D	E	F	C	D	E	F	C	D	E	F	C	D	E	F
Tetraodontidae 四齒河魨科																				
<i>Takifugu niphobles</i>				2																
不明					3	1		2		4		3		5	10	2	2	5		
受損			4		157	172	154	40	53	946	158	249			29					21

附錄 1. 2015 年 3-11 月馬公內灣海域 4 (C-F) 測站仔稚魚豐度與組成 (4/6) 續

Family 科 \ 月別 Species 種 \ 測站	8 月				9 月				10 月				11 月				12 月				
	C	D	E	F	C	D	E	F	C	D	E	F	C	D	E	F	C	D	E	F	
Clupeidae 鯧科																					
<i>Sardinella zunasi</i>																					
<i>Spratelloides gracilis</i>			2						9				2		4	1					
Synodontidae 合齒科																					
<i>Trachinocephalus myops</i>																					
Paralepididae 魴蜥魚科																					
<i>Lestidium</i> sp.2																					1
Atherinidae 銀漢魚科																					
<i>Atherinomorus lacunosus</i>	1	1	1																		
<i>Hypoatherina valenciennei</i>																					
Platycephalidae 牛尾魚科																					
<i>Platycephalus indicus</i>									2												
Serranidae 鮭科																					
gen sp.																					
Priacanthidae 大眼鯛科																					
<i>Priacanthus macracanthus</i>																					
Apogonidae 天竺鯛科																					
<i>Apogon lineatus</i>																					
<i>Apogon notatus</i>																					
<i>Gymnapogon</i> sp.																					
gen sp.1			1																		
gen sp.3																					
Sillaginidae 沙鯪科																					
gen sp.													6	5	2	1					
Carangidae 鯧科																					
<i>Selar crumenophthalmus</i>																					
gen sp.																					
Leiognathidae 鰺科																					
<i>Leiognathus</i> sp.3													1				2				
gen sp.																					
Lutjanidae 笛鯛科																					
gen sp.																					1
Sparidae 鯛科																					
<i>Acanthopagrus schlegeli</i>																					
<i>Acanthopagrus latus</i>										5	7										

附錄 1. 2015 年 3-11 月馬公內灣海域 4 (C-F) 測站仔稚魚豐度與組成 (5/6) 續

Family 科 \ 月別 Species 種 \ 測站	8 月				9 月				10 月				11 月				12 月			
	C	D	E	F	C	D	E	F	C	D	E	F	C	D	E	F	C	D	E	F
Sparidae 鯛科																				
<i>Pagrus major</i> gen sp.			3	36	3					10	28	4	1	1						
Mullidae 鬚鯛科																				
gen sp.											2									
Terapontidae 鯛科																				
<i>Pelates sexlineatus</i>																				
Pomacentridae 雀鯛科																				
gen spp.	21	26	454	60	1	1			1	102	24	4	1	1	29	3				
Tripterygiidae 三鰭鯛科																				
<i>Enneapterygius theostomus</i> gen sp.				1																
Blenniidae 鰱科																				
<i>Omobranchus anolius</i> <i>Parablennius yatabei</i> gen spp.	3	2	2	1																
gen spp.	11	28	43	17			3	4	1	6	12			1						
Gobiidae 蝦虎魚科	96	196	233	11	33	12	1			16	189		8	14	3	7				
<i>Mugilogobius abei</i> gen spp.											13	6	1							
鼠銜魚科																				
<i>Repomucenus</i> sp.	751	703	791	98	21	15	1	4	8	55	25	5	7	9	3	3				
Sphyraenidae 金梭魚科																				
<i>Sphyraena flavicauda</i> <i>Sphyraena</i> sp. gen sp.	1		2		1			1						1	2					
Scombridae 鯖科																				
<i>Auxis</i> sp.1(<i>thazard</i>) gen sp.																				
Pleuronectidae 蝶科																				
<i>Verasper variegatus</i>																				
Bothidae 鮚科																				
gen sp.																				
Monacanthidae 單棘魨科																				
<i>Monacanthus chinensis</i> <i>Rudarius ercodes</i>																				

附錄 1. 2015 年 3-11 月馬公內灣海域 4 (C-F) 測站仔稚魚豐度與組成 (6/6) 續

Family 科 \ 月別	8 月				9 月				10 月				11 月				12 月			
Species 種 \ 測站	C	D	E	F	C	D	E	F	C	D	E	F	C	D	E	F	C	D	E	F
Tetraodontidae 四齒河魨科																				
<i>Takifugu niphobles</i>																				
不明	8	25	10					1	4				4	2	4					
受損		79	153	156	20	7	16			64	44	12			15					

